MAKROSKOPISCHE DARSTELLUNG

DES

ATRIOVENTRIKULAREN VERBINDUNGSBÜNDELS AM MENSCHLICHEN UND TIERISCHEN HERZEN

VON

M. HOLL

(GRAZ)

Mit 3 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 9. FEBRUAR 1911.

Die eigentliche Entdeckung einer atrioventrikularen Verbindung am Herzen durch ein besonderes Muskelbündel verdanken wir bekanntlich W. His jun. (22). Er fand auf Sagittalschnitten durch die Atrioventrikulargrenze als auch auf Schnittserien am Herzen einer ausgewachsenen Maus, eines neugeborenen Kindes, zweier neugeborenen und eines erwachsenen Menschen ein Muskelbündel, welches, wie er angibt, Vorhof- und Kammerscheidewand untereinander verbindet und das er als »Übergangsbündel« bezeichnet (His 22, p. 23).

Das His'sche Übergangsbündel oder Atrioventrikularbündel bildete den Gegenstand einer Reihe von anatomischen und physiologischen Untersuchungen, welche von Braeunig (1, 1904), Retzer (44, 1904, 1907, 1908), Humblet (23, 1904), Tawara (47, 1906), Keith und Flack (24, 25, 1906, 1907), Keith 1907, Lange (35, 1907), Fahr (9, 10, 1907, 1908), Mönckeberg (38, 39, 1908), Firket (11, 1908), Knower (30, 1908), Wilson (52, 1909), De Witt Lydia (1909), Keith und Mackenzie (28, 1910), Curran (4, 1909, 5, 1910), Cohn A. E. und Trendelenburg (3, 1910) vorgenommen wurden und die Angaben von His über das nähere Verhalten des Bündels ganz wesentlich erweiterten. Von all den Arbeiten der genannten Autoren ist es besonders die Arbeit Tawara's: »Über das Reizleitungssystem des Säugetierherzens«, welches in eingehendster Weise die Anatomie des Atrioventrikularbündels behandelt, durch eine Reihe von Abbildungen die schriftlichen Darstellungen erläutert, so daß dieselbe als eine grundlegende für unsere Kenntnisse über das anatomische Verhalten des Atrioventrikularbündels am Herzen des Menschen und einiger Säugetiere (Hund, Katze, Rind, Schaf) betrachtet werden muß. Eine Ergänzung zu Tawara's Arbeit bilden die ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen Mönckeberg's über das atrioventrikulare Verbindungsbündel am menschlichen Herzen.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient, daß für Dogiel (7) in einer 1910 erschienenen Arbeit: »Die Bedingungen der automatisch-rhythmischen Herzkontraktionen« die Existenz eines atrioventrikularen Verbindungsbündels zweifelhaft ist. Er sagt p. 99: »Die Existenz des His jun.'schen Bündels, das die Vorhöfe mit den Herzkammern erwachsener Menschen, Hunde usw. verbinden soll, ist zweifelhaft und vielleicht als ein Überbleibsel unvollständiger Degeneration der Muskulaturblätter im Bindegewebe *(Chordae tendineae)* anzusehen. Sein Anfang, Verlauf und seine Endigungsweise in der Kammermuskulatur bleibt unaufgeklärt; der Bau eines solchen nervenlosen Muskelbündels, seine

Beziehungen zu den Nerven, dem Bindegewebe und zu der übrigen Herzmuskulatur ist anatomisch und physiologisch unerforscht. Die Richtung der Muskelbündel an dem Kammer- und Vorhofring bei Menschen, Hunden oder Fröschen spricht ebenfalls gegen die Existenz eines derartigen Muskelbündels.« Es wird später gezeigt werden, daß Dogiel im Unrecht ist, die Existenz des His'schen Bündels zu bezweifeln, da dasselbe in der Tat am menschlichen und tierischen Herzen makroskopisch dargestellt werden kann.

Weitaus die meisten der Untersuchungen der früher genannten Autoren betreffen das Aufdecken des Verhaltens des Atrioventrikularbündels auf Grund mikroskopischer Befunde und den meisten Abbildungen über das Bündel sind mikroskopische Herzschnitte zugrunde gelegt. Da man sich aus den Abbildungen der mikroskopischen Schnitte den Verlauf und das Verhalten des Übergangsbündels im Geiste zu rekonstruieren hatte, so war es naheliegend, daß man sich bestrebte, Herzpräparate, beziehungsweise Abbildungen herzustellen, welche den Verlauf des Bündels zur direkten (makroskopischen) Anschauung bringen sollten. Die Wege, die man einschlug, um solche Präparate, beziehungsweise Abbildungen zu erhalten, waren verschiedene: Fahr (10) ging daran, um eine möglichst plastische Übersicht über die Gesamtheit des Atrioventrikularbündels zu bekommen, die horizontal angelegten Serienschnitte des Herzens eines dreijährigen Kindes zu einem Modell zu verarbeiten. An der Außenfläche des Modells wurde der Verlauf des Verbindungsbündels aufgezeichnet. Abbildungen des Modells gibt Fahr (10) mittels drei Figuren auf Taf. VII und VIII.

Tawara (47) zeichnete in die Pausen photographischer Bilder von Herzpräparaten des Menschen, des Hundes, des Schafes und des Rindes den Verlauf des Verbindungsbündels mit seinen Schenkeln, seinen Zweigen und seinen Endausbreitungen rot ein. Die Einzeichnungen stützen sich auf die Ergebnisse einer eingehenden und sorgfältigen Betrachtung der inneren Oberfläche beider Ventrikel, an welches der subendocardiale Verlauf der Schenkel des Bündels mehr oder weniger sichtbar sein kann, und wohl aber auch auf die der ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen, die Tawara über den Verlauf des Übergangsbündels vorgenommen hat. Die Abbildungen veröffentlicht Tawara (47) auf den Tafeln VI bis X seines Werkes: »Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens.« An einer anderen Stelle (48, p. 883, Fig. 2) bildet Tawara den eröffneten linken Ventrikel eines menschlichen Herzens ab, an welchem der subendocardiale Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels besonders gut sichtbar ist.

Kopsch (34) gibt in der 8. Auflage des von ihm herausgegebenen Lehrbuches der Anatomie des Menschen p. 248 mittels der Fig. 222 eine Abbildung des linken Schenkels des Atrioventrikularbündels. Die Abbildung ist, wie der Autor angibt, frei nach Tawara entworfen.

Cohn A. und Trendelenburg (3, p. 4) benützten den subendocardialen Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels zur Gewinnung von Abbildungen. Photographische Abbildungen des linken Schenkels werden gebracht vom Herzen des Kaninchens (Fig. 34, 36, 39, 42), des Hundes (Fig. 53, 57, 61), des Affen (Fig. 68, 70) und der Ziege (Fig. 73, 74, 76, 78).

Retzer (44) ist als der erste zu nennen, der es versuchte, das His'sche Atrioventrikularbündel präparatorisch zur direkten makroskopischen Darstellung zu bringen. Nachdem er das Bündel mikroskopisch an zwei Ratten (ein Monat alt), einem Kätzchen (drei Tage alt), an einem ausgewachsenen Kaninchen sowie auch an einem alten Hunde gefunden und untersucht hatte, versuchte er auf Anraten des Herrn Prof. Spalteholz ein Herz von einem ausgewachsenen Menschen makroskopisch zu präparieren. »Die äußeren Wände wurden entfernt und das Herz kurz maceriert[1], bis sich das Bindegewebe leicht abziehen ließ. Indem wir unser Augenmerk auf die Gegend der *Pars membranacea* richteten, gelang es uns bald das Bündel aufzufinden. Ein glücklicher Umstand kam uns für die weitere Präparation zu Hilfe. Es war nämlich an der Atrioventrikulargrenze das Bindegewebe so stark erreicht, daß sich der Vorhof vollständig von dem Ventrikel ablöste, und daß als einziger Zusammenhang zwischen beiden eben

[1] Als Macerationsflüssigkeit benützte Retzer (44, p. 7) die von Mac Callum angegebene: 2 Teile Wasser, 2 Teile Glyzerin und 1 Teil konzentrierter Salpetersäure.

das gesuchte Atrioventrikularbündel übrig blieb und so ein außerordentlich instruktives Präparat lieferte.« (Retzer 44, p. 12.) Retzer gibt auch an (44, p. 7), daß er, nachdem er im Verlaufe seiner Arbeit genau über die Lage des Atrioventrikularbündels im Septum unterrichtet war, dasselbe auch mehrfach mit Erfolg unmittelbar ohne vorausgegangene Maceration hat präparieren können. Als besonders geeignet erwiesen sich dazu Herzen, die schon lange im dünnen Spiritus gelegen hatten. P. 12 sagt Retzer weiters, daß am menschlichen Herzen es auch gelingt, das Bündel mit Messer und Pinzette so zu präparieren, daß man mit Leichtigkeit seine Lagebeziehungen erkennen kann. Retzer gibt auf Tafel III mittels der Fig. 4 und 5 seiner Abhandlung zwei Abbildungen, welche das makroskopisch präparierte Atrioventrikularbündel des menschlichen Herzens vom linken, beziehungsweise vom rechten Ventrikel aus gesehen, zur Anschauung bringen sollen. Mit derselben Macerationsmethode versuchte Retzer (44, p. 13) auch am Herzen des Schweines, des Pferdes, des Kalbes und des Schafes das Atrioventrikularbündel zu finden, aber der Versuch ist ihm, wie er angibt, vollständig mißlungen. »Ob bei diesen Herzen an derselben Stelle wie bei anderen Tieren eine Verbindung besteht oder nicht, darüber kann ich mir deshalb kein Urteil erlauben, da ich auch keine mikroskopischen Schnitte an ihnen angefertigt habe.« [1]

Eine makroskopische Präparation (mittels Messer und Pinzette) des Übergangsbündels haben außer Retzer auch Keith und Flack (24) und Curran (4) vorgenommen.

Keith und Flack (24) präparierten das Bündel sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen und in ihrer Abhandlung bringen sie auf p. 360 und 361 mittels der Fig. 1 und 2 Abbildungen des Verlaufes des Bündels am Herzen des Kalbes und auf p. 362 und 363 mittels der Fig. 3, 4 und 5 Abbildungen des Verlaufes des Bündels am Herzen des Menschen.

Curran (4) hat das Atrioventrikularbündel (und zwar wie es scheint mit Ausnahme des linken Schenkels) am Herzen vom Schafe und Kalbe (ob auch vom Menschen wird nicht angegeben) makroskopisch präpariert. Die Fig. 4 seiner Abhandlung zeigt den freigelegten Stamm und rechten Schenkel des Atrioventrikularbündels an dem von rechts her eröffneten Herzen eines Kalbes.

Koch (31, p. 219 und 53, p. 89) veröffentlicht zwei Abbildungen je eines von rechts her eröffneten menschlichen Herzens. Auf beiden Abbildungen ist in schematischer Weise der Vorhofsteil und Knoten des Atrioventrikularbündels eingezeichnet; auf der einen Abbildung (33, p. 89) außerdem noch der Verlauf des rechten Schenkels durch eine gestrichelte Linie angedeutet.

Aus dem Vorgebrachten ergibt sich, daß in der anatomischen Literatur eine Reihe von entweder direkt oder angeblich nach der Natur entworfenen oder halb-, beziehungsweise ganzschematischen Abbildungen über den makroskopisch sichtbaren Verlauf und das Verhalten des Atrioventrikularbündels am menschlichen und tierischen Herzen sich vorfinden und daß es nur die von Retzer, Keith und Flack, Curran veröffentlichten Abbildungen sind, denen eine makroskopische Präparation des Verbindungsbündels zugrunde liegt. Nebenbei bemerkt sei, daß es eine auffallende Tatsache ist, daß die anatomischen Lehrbücher und Atlanten keine Abbildungen des atrioventrikularen Verbindungsbündels bringen, mit Ausnahme des Kopsch-Rauber'schen Lehrbuches der Anatomie, in welchem aber nur der linke Schenkel des Verbindungsbündels in einer Abbildung vorgeführt wird, welche Abbildung sich aber nicht auf eine direkte makroskopisch hergestellte Präparation stützt.

Eine Untersuchung und Prüfung über die von den verschiedenen Autoren gegebenen Abbildungen bezüglich der Darstellung des makroskopischen Verlaufes und Verhaltens des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen ergibt folgendes:

---

[1] Retzer (44, p. 6) hatte ursprünglich die Absicht, die Plattenmodelliermethode zum Studium des Verlaufes des Atrioventrikularbündels heranzuziehen; diese Absicht hat jedoch fallen gelassen werden müssen. Retzer sagt: »Am Septum, wo sich regelmäßig ein dickeres Atrioventrikularbündel findet, ist dieses bei geeigneter Schnittrichtung parallel dem Septum oder senkrecht zu demselben in der Richtung des Herzens auch ohne solche Hilfsmittel leicht festzustellen und zu verfolgen. An den Stellen jedoch, wo sich nicht ein durch Bindegewebe scharf umgrenztes Bündel vorfindet, sondern wo mehr verstreute unregelmäßig angeordnete Muskelfasern vorliegen, versagen auch zweifellos unsere heutigen Mittel der Rekonstruktion, denn einwandfreie Resultate kann man für so komplizierte Verhältnisse bei den Fehlerquellen, welche der mikroskopischen Technik heute noch anhaften, nicht erwarten.«

1. Makroskopische Darstellungen des Verbindungsbündels am menschlichen Herzen. Fahr's (10) Abbildungen, welche auf Grund eines nach mikroskopischen Schnittserien eines dreijährigen Kinderherzens hergestellten Modells, auf welchen der Verlauf der Schenkel aufgemalt wurde, entworfen sind, geben zunächst keine Ansicht über das ganze Verbindungsbündel, sondern zeigen nur dessen rechten und linken Schenkel während ihres Verlaufes an den Septumwänden, also auch nicht ihren Ursprung vom Stamm und den Eintritt in die Papillarmuskeln. Die Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels kann nicht als eine einwandfreie bezeichnet werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Weise, in welcher Fahr den linken Schenkel zur bildlichen Anschauung bringt, den wahren Verhältnissen nicht vollständig entspricht. Es darf angenommen werden, daß ein Teil der dargestellten Faserzüge nicht dem linken Schenkel des Verbindungsbündels angehörig sind, sondern Muskelfasern der Septumwand entsprechen. Eine Verwechslung zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Fasern des Verbindungsbündels kann leicht auftreten, da eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen beiden genannten Faserarten besteht, worauf schon Tawara (47, p. 62) aufmerksam macht. Die Fahr'sche Rekonstruktion des rechten Schenkels des Verbindungsbündels dürfte hingegen wohl als eine richtige bezeichnet werden können.

Die Abbildungen, welche Tawara (47) und Kopsch (34) über das Atrioventrikularbündel des menschlichen Herzens bringen, gründen sich nicht auf eine makroskopische Präparation desselben. Tawara (47) gibt auf Taf. VII mittels der Fig. 1 und 2 und auf Taf. VII mittels der Fig. 1 photographische Abbildungen der Innenwand des linken, beziehungsweise des rechten Ventrikels. In die Pausen der Photographien hat Tawara den Verlauf des Verbindungsbündels mit seinen Schenkeln, deren Zweigen und Endausbreitungen eingezeichnet. Da auf den photographischen Abbildungen von dem Verlaufe des Atrioventrikularbündels nichts zu sehen ist, so können die in die Pausen eingezeichneten Darstellungen des Verlaufes des Atrioventrikularbündels wohl nur auf Grund seiner reichen Erfahrungen, die Tawara durch seine sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen gewonnen hat, vorgenommen worden sein. Die Pausenzeichnungen können auch nicht auf Grund einer Sichtbarkeit des Bündels durch das Endocardium hindurch entworfen worden sein, da wenigstens die photographischen Abbildungen der Herzen, die den Pausen zugrunde liegen, von einem subendocardialen Verlaufe des Verbindungsbündels nichts zeigen.

Tawara betont an anderen Stellen seines Werkes die mehr oder weniger größere makroskopische Sichtbarkeit des subendocardialen Verlaufes des rechten, aber namentlich des linken Schenkels des Verbindungsbündels und deren Endverzweigungen. In einer Abhandlung: »Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden des Herzens« veröffentlicht Tawara (48, p. 583, Fig. 2) eine Abbildung der Innenwandung des linken Ventrikels eines menschlichen Herzens, um den subendocardialen Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels zu zeigen und er gibt an, daß dieser Fall sich dadurch auszeichnet, daß der subendocardiale Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels besonders gut sichtbar ist. Auf p. 61 und 62 seines Werkes: »Das Reizleitungssystem« usw. (47) führt Tawara aus: »Beim Schaf, Hund und bei der Katze habe ich den linken Ventrikel in Serien geschnitten und sehr genau den ganzen Verlauf des linken Schenkels beschrieben; aber beim Menschen habe ich diese Methode nicht angewandt, weil einerseits diese Methode eine sehr schwierige und zeitraubende ist und sich trotz dieser Mühe gute Resultate kaum erwarten lassen, da eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Muskelfasern des Verbindungsbündels besteht und andererseits, weil es sich inzwischen herausgestellt hatte, daß der linke Schenkel schon makroskopisch fast bei allen, sowohl frischen als gehärteten Menschenherzen ziemlich gut wahrnehmbar ist.« Ich möchte hervorheben, daß die makroskopische Sichtbarkeit aller den linken Schenkel aufbauenden Fasern durch das Endocardium hindurch nur eine bedingte ist und daß die meisten Streifen und Streifungen, die das Endocardium der linken Wand des Septum ventriculorum zeigt, nicht mit dem subendocardialen Verlauf des linken Schenkels im Zusammenhange stehen. Eine vollständig sichere Darstellung des genauen Verhaltens des linken Schenkels auf Grund seines subendocardialen Verlaufes, das heißt auf Grund seiner Sichtbarkeit durch das Endocardium hindurch darf wohl als aus-

geschlossen angenommen werden. Es sei angeführt, was Mönckeberg (39, p. 123) in dieser Angelegenheit mitteilt: »Ich möchte auf Grund meiner mikroskopischen Erfahrungen davor warnen, aus den Strukturverhältnissen der Innenfläche des linken Ventrikels zu weitgehende Schlüsse auf den Verlauf des linken Schenkels zu ziehen, ebenso wie ich es oben bei der Besprechung des rechten Schenkels für die Innenfläche des rechten Ventrikels getan habe. Es sind nicht alle durch das Endocard durchschimmernden Streifen Purkinje'sche Fasern, und es enthalten nicht alle Brücken-, Strang und Fadenbildungen Endausbreitungen des Atrioventrikularbündels.« Ich erlaube mir gleichzeitig anzuschließen, was Mönckeberg hinsichtlich der makroskopischen Sichtbarkeit des subendocardialen Verlaufes des rechten Schenkels des Verbindungsbündels angibt: Er sagt (p. 98), daß trotz der zuweilen ganz beträchtlichen Länge des subendocardialen Abschnittes des rechten Schenkels am menschlichen Herzen es ihm in keinem Falle gelungen ist, mit Bestimmtheit den Anfangsteil des rechten Schenkels schon makroskopisch am Herzen zu sehen. Aber auch ein bedeutendes Stück des oberen Anteiles des rechten Schenkels ist makroskopisch nicht wahrzunehmen, da derselbe mehr weniger tief in der Muskulatur vergraben ist, und p. 103: »Besonders hervorheben möchte ich, daß es nach den mikroskopischen Befunden nicht angängig ist, jede intertrabekuläre Brücke, jeden kleinen Strang und Faden und jede streifige Endokardverdickung, die man makroskopisch wahrnehmen kann, für Endausbreitungen des rechten Schenkels anzusehen und aus ihnen den Verlauf des rechten Schenkels makroskopisch zu rekonstruieren. Man kann dabei in große Irrtümer verfallen, wenn auch zugegeben werden muß, daß die Endausbreitung mit Vorliebe derartige Brückenbildungen, Stränge und Fäden zu ihrem Verlauf benutzen; doch findet man mikroskopisch oft solche Gebilde ohne Endausbreitungen des rechten Schenkels oder in ihnen neben diesen auch gewöhnliche Ventrikelfasern.«

Durch alles das, was ich über Tawara's makroskopische bildliche Darstellungen der Verbindungsbündel vorgebracht habe, möchte ich den hohen Wert, der den Tawara'schen Abbildungen zukommt, nicht beeinträchtigt wissen, zumal diese Abbildungen höchst lehrreich sind, die tatsächlichen Verhältnisse des Verbindungsbündels in der Hauptsache zeigen und sie die einzigen in der anatomischen Literatur vorhandenen sind, welche über das makroskopische Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels Kenntnis verschaffen.

Die Abbildung, welche Kopsch (34) über den Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels mitteilt, ist frei nach Tawara entworfen; sie unterscheidet sich von der entsprechenden Tawara's auch dadurch, daß Kopsch den Verlauf des linken Schenkels mit roter Farbe direkte in die anscheinend photographische Abbildung eingezeichnet hat. Daß alle rot gehaltenen Faserzüge dem Verbindungsbündel angehören, ist nicht sicher. Die Abbildung kann nur den Wert einer schematischen makroskopischen Darstellung des linken Schenkels des Bündels beanspruchen. Wenn nun auch Kopsch nur den linken Schenkel der Verbindungsbündel und diesen nur in schematischer und nicht vollkommen einwandfreier Weise in seinem makroskopischen Verhalten zur Anschauung bringt, so hat Kopsch doch das Verdienst, die Abbildung in einem Lehrbuche der Anatomie vorgebracht zu haben. Das genannte Lehrbuch ist auch das einzige, welches eine kurze Beschreibung des atrioventrikularen Verbindungsbündels im Texte (34, p. 252) enthält. Kopsch hat durch seine textliche und bildliche Mitteilung das Verdienst, dem wichtigen His'schen Verbindungsbündel in ein Lehrbuch der Anatomie Eingang verschafft zu haben.

Die von Retzer (44) auf Taf. III mittels der Fig. 4 und 5 mitgeteilten Abbildungen, welche das »Atrioventrikularbündel des Septums« von links, beziehungsweise von rechts gesehen auf Grund einer makroskopischen Präparation zur Darstellung bringen sollen, vermögen es nicht, über den Verlauf und das Verhalten des Verbindungsbündels in seinem natürlichen Verhalten Kenntnis zu verschaffen. Von einer vollständigen Darstellung des ganzen Bündels kann überhaupt keine Rede sein; es erscheint aber auch fraglich, ob die dargestellten Teilstücke des Bündels als Bestandteile des Bündels ganz sicher gelten können. Dies betrifft namentlich die Darstellung eines Bündelabschnittes in der Ansicht von rechts her (Abbildung 5 auf Taf. III bei Retzer); die Abbildung 6 auf Taf. III könnte möglicherweise (es ist jedoch unwahrscheinlich) den oberen Anteil (aber nur diesen) des linken Schenkels, nachdem er unterhalb der

Pars membranacea auf die Septumfläche getreten ist, zum Gegenstand haben und zeigen. Auch die Schilderung des Verlaufes des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welche Retzer gibt, und die als Erläuterung seiner gebrachten Abbildungen anzusehen ist, ist keine solche, welche dem tatsächlichen Verhalten des Bündels entspricht. Retzer gibt über den Verlauf des Bündels an (44, p. 13): »Das Bündel verläuft also, um es kurz zusammenzufassen, in der Scheidewand vom linken Ventrikel aus etwa 10 *mm* unterhalb der Valvula semilunaris posterior aortae nach hinten, zieht in einen schlanken Bogen unmittelbar über den oberen Rand des Septum musculare hinweg und verteilt sich mit seinen Fasern in die rechte Vorhofs- und Vorhof-Klappenmuskulatur.« Retzer war noch nicht in Kenntnis, daß das Bündel regelmäßig aus einem Stamm und aus zwei aus diesen hervorgehenden Schenkeln (einem rechten und einem linken) besteht, obwohl er (44, p. 13) an einem Herzen »eine Gabelung des Ventrikelschenkels — der eine kam von der rechten, der andere von der linken Seite des Ventrikelseptums her« — fand und seine sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen am tierischen Herzen ihm ergaben (44, p. 8): »Manchmal reicht das Bündel auf das Septum, gabelt sich in einen rechten und linken Zug.« Retzer war auch noch der irrtümlichen Meinung (p. 9), daß das vordere Ende (des Stammes) des Bündels in die Ventrikularmuskulatur übergehe.

Was Retzer (44, p. 12 und 13) über das Bündel bei der Präparation von links und rechts her mitteilt, betrifft wohl den Stamm des Bündels; die Darstellungen entsprechen aber nicht ganz den von ihm gebrachten Abbildungen über das Bündel, sicherlich nicht, was die Abbildung auf Taf. III anbelangt, da dieselbe nur einen (den oberen) Teil des linken Schenkels zur Anschauung bringt.

Keith und Flack (24) haben in 7 von 9 »malformed hearts« das Verbindungsbündel mittels Messer und Pinzette präpariert. Die Fig. 3 (p. 362 ihrer Abhandlung) betitelt: »Dissection of a normal humar heart to show the course and relationships of the auriculo-ventricular bundle« zeigt den ganzen Stamm und den rechten Schenkel des Verbindungsbündels bis zu des letzteren Eintritt in den Muskelbalken, der sich an den vorderen Papillarmuskel ansetzt, freigelegt. Die Abbildung 4 (p. 362): »Left ventricle of the normal human heart laid open to show the distribution of the left division of the auriculo-ventricular bundle« zeigt den linken Schenkel vom Beginne seines Auftretens auf der linken Septumswand bis zu seinen Endramifikationen in die Papillarmuskeln und Balken der Ventrikelwand hin. Die Abbildung 5 (p. 363) gibt ein: »Semi-diagrammatic representation of the central fibrous body of the heart to show its intimate connexion with the mitral valve.« Der Stamm des Bündels von der Stelle an, wo er den »central fibrous body« verlassen hat, bis zu seiner Teilung in den rechten und linken Schenkel ist sichtbar.

Die drei genannten Abbildungen sind die einzigen in der anatomischen Literatur vorhandenen, welche das gesamte atrioventrikulare Verbindungsbündel in seinem ganzen Verlaufe auf Grund einer makroskopischen Präparation des Herzens zur Anschauung bringen. So lehrreich im allgemeinen diese Abbildungen sind, so sind dieselben doch nicht fehlerfrei, bringen zum Teile unrichtige Darstellungen. Namentlich die Abbildung 4 ist nicht einwandfrei. Ein Teil der Fasern des linken Schenkels scheint unterhalb der Stelle, wo die rechte und die linke Valvula semilunaris zusammenstoßen, zum Vorschein zu kommen, was nicht richtig ist. Die Ramifikationsweise, beziehungsweise die Endausbreitung des linken Schenkels muß größtenteils als eine schematische bezeichnet werden. Auffällig ist, daß von der Spitze des hinteren Papillarmuskels ein Faden zur Septumwand aufsteigt (ähnlich wie bei Tawara, Taf. VI, Fig. 1, 2 bezeichnet mit ††) und direkte als ein Zweig des linken Schenkels bezeichnet wird, während nach Tawara der Faden als ein sehnenfadenartiger Strang bezeichnet wird, der einen kleinen Zweig des linken Schenkels von dem Papillarmuskel rückwärts zum oberen hinteren Abschnitt der Kammerscheidewand führte. Die Abbildung 3 zeigt den Abgang des rechten Schenkels vom Stamme des Verbindungsbündels in einer nicht ganz einwandfreien Weise. Es wirkt auch befremdend, wenn Keith und Flack (24, p. 363) angeben, daß sie in der Hälfte der Fälle der untersuchten menschlichen Herzen nicht imstande waren, den rechten Schenkel als eine wohldifferenzierte Fortsetzung des Hauptstammes des Bündels zu verfolgen: »In Fig. 3 the right septal division of the a. v. bundle in represented an a clearly differentiated structure

but in nearly the number of human hearts examined we were unable to follow the right septal band as a clearly differentiated continuation of the main bundle.« Wenn man diese letztere Angabe der Autoren betreffs der Fig. 3 berücksichtigt und die teilweisen Mängel und den teilweise angewendeten Schematismus der Fig. 4 in Betracht zieht, so kann man nicht zu dem Schlusse kommen, daß die Keith-Flack'schen Abbildungen über das atrioventrikulare Verbindungsbündel als vollkommen naturgetreue Abbildungen anzusehen sind, welche einzig und allein auf Grund von in makroskopischer Weise (mittels Messer und Pinzette) hergestellter Präparate entworfen worden sind.

2. Makroskopische Darstellung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen. Über die bildlichen Darstellungen des Atrioventrikularbündels am Herzen des Hundes, des Schafes und des Rindes, welche Tawara (47) auf den Taf. VII, Fig. 2, VIII, Fig. 1 und 2, IX, Fig. 1 und 2, X, Fig. 1 und 2 bringt, ist dasselbe zu bemerken, was bezüglich der Abbildungen Tawara's über das menschliche Herz berichtet wurde.

Die Abbildungen, welche Cohn und Trendelenburg über den Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels am Herzen des Kaninchens, des Hundes, des Affen und der Ziege bringen, sind Photographien der Innenwand des eröffneten linken Ventrikels, ohne daß eine Präparation des Bündels vorgenommen wurde. Man kann an diesen Bildern den Verlauf des linken Schenkels nicht wahrnehmen, in schwacher Andeutung erscheint derselbe auf den Fig. 73 und 76, welche das Herz von Ziegen betreffen.

Die Abbildungen, welche Keith und Flack mittels zweier Figuren über das atrioventrikulare Verbindungsbündel des Herzens am Kalbe bringen, sind nach der Angabe der Autoren auf Grund in makroskopischer Weise (mittels Messer und Pinzette) hergestellter Präparate entworfen.[1] Die Abbildungen sollten demnach naturgetreu sein, was aber nicht der Fall ist. Auf der Abbildung Fig. 1 (Keith und Flack 24, p. 360) dürfte der Stamm des Verbindungsbündels wohl zu kurz geraten sein. Der rechte Schenkel des Bündels ist namentlich bei seinem Anfange breiter als der Hauptstamm des Bündels. Gänzlich unwahr ist aber die Darstellung der Beziehung des rechten Schenkels zum »Moderator band«, das ist zum Tawara'schen Hilfsbalken des vorderen Papillarmuskels. Auf der Zeichnung erscheint das ganze »Moderator band« als Fortsetzung des Verlaufes des rechten Schenkels. Auch die Abbildung 2 auf p. 361, welche den linken Schenkel des Verbindungsbündels behandelt, kann nicht als eine vollständig naturgetreue angesehen werden. Unrichtig ist der mit 5 bezeichnete vordere Ast des linken Schenkels seiner Lage und Richtung nach. Da nach der mit 4 bezeichnete Zweig des linken Schenkels zum vorderen und hinteren Papillarmuskel zieht, so frägt sich, welche Bedeutung dem mit 5 bezeichneten Aste zukommen solle.

Curran hat an dem Herzen eines Kalbes den Knoten, Stamm und rechten Schenkel des Verbindungsbündels makroskopisch präpariert und das Präparat photographisch abgebildet. Die Abbildung ist sohin eine naturgetreue.

Ergebnis. Die Prüfung der vorhandenen Abbildungen, welche das atrioventrikulare Verbindungsbündel des menschlichen oder tierischen Herzens zum Gegenstande haben und dasselbe auf Grund makroskopischer Untersuchungen, beziehungsweise Präparationen zur Anschauung bringen sollen, hat bezüglich des menschlichen Herzens ergeben, daß nur die Abbildungen, welche Retzer einerseits, Keith und Flack anderseits veröffentlichen, auf Grund makroskopisch hergestellter Präparate entworfen sind·

Die Abbildungen, welche Retzer bringt, betreffen jedoch zunächst nicht das ganze Verbindungsbündel, sondern nur Teilstücke desselben; es erscheint aber auch, wie früher bemerkt wurde, fraglich, ob die dargestellten Teilstücke des Verbindungsbündels ganz sicher als Bestandteile des Bündels gelten können. Die Keith-Flack'schen Abbildungen sind die einzigen, welche den Verlauf und das Verhalten des ganzen atrioventrikularen Verbindungsbündels zur Darstellung bringen. Aber diese Abbildungen können

[1] »The Drawing in made from a heart prepared by the Kayserling method, by far the best we know for a naked-ege examination of this system (Keith und Flack 24, p. 360).

nicht, wie oben gezeigt wurde, als solche hingenommen werden, welche »durchwegs« die tatsächlichen Verhältnisse des atrioventrikularen Verbindungsbündels mit vollständiger Naturtreue wiedergeben. Die vorgenommene Prüfung der Abbildungen ergibt sohin, daß in der anatomischen Literatur keine durchaus einwandfreien Abbildungen vorhanden sind, welche das ganz atrioventrikulare Verbindungsbündel oder Teile desselben am menschlichen Herzen auf Grund von in makroskopischer Weise hergestellten Präparaten zur Anschauung bringen.

Anlangend die bildliche Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels am tierischen Herzen, so findet sich in der Literatur nur eine einzige Abbildung vor, welche auf Grund einer makroskopischen Präparation des Bündels hergestellt wurde und als eine naturgetreue bezeichnet werden muß. Es ist dies die Abbildung, welche Curran über das Verbindungsbündel des Kalbsherzes bringt; aber diese Abbildung zeigt nicht das ganze Verbindungsbündel, sondern nur den Stamm und den rechten Schenkel. Die Keith-Flack'schen Abbildungen über das Verbindungsbündel am Herzen des Kalbes bringen wohl eine Darstellung des Gesamtbündels, auf Grund einer makroskopischen Präparation, sie können aber nicht als vollständig einwandfreie bezeichnet werden.

In Anbetracht des Umstandes, daß, wie aus dem Gemeldeten hervorgeht, über das atrioventrikulare Verbündungsbündel am menschlichen Herzen in der anatomischen Literatur keine einzige Abbildung vorhanden ist, welche auf Grund einer makroskopischen Präparation den Verlauf und das Verhalten des Verbindungsbündels mit Naturtreue wiedergibt, erscheint es wohl angezeigt, daß einmal daran gegangen werde, den Stamm und die beiden Schenkel des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen Herzen in ihrem Verlaufe so weit es angeht, makroskopisch zu präparieren und auf Grund von in dieser Weise ausgeführten Präparaten entsprechende Abbildungen herzustellen. Auch für die Darstellung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen stellt sich die Notwendigkeit heraus, makroskopische Präparate herzustellen und entsprechende Abbildungen dieser anzufertigen, da in der Literatur nur eine naturgetreue Abbildung, und zwar über das Verbindungsbündel am Herzen des Kalbes vorhanden ist, welche jedoch den linken Schenkel des Bündels unberücksichtigt läßt. Eine makroskopische Darstellung des Verbindungsbündels erscheint um so notwendiger, als für Dogiel (7) die Existenz des Bündels zweifelhaft ist.

Ich habe an mit Formol behandelten[1] menschlichen und tierischen Herzen (Kalb, Rind, Schwein, Hund, Pferd) die makroskopische Präparation des Verbindungsbündels vorgenommen[2] und teile im folgenden die Ergebnisse derselben mit, welche ich dadurch auf dem kürzesten Wege zur Kenntnis zu bringen glaube, wenn ich an Abbildungen das Verhalten und den Verlauf des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen erläutere.

Bevor in die Darstellung eingezogen wird, erscheint es angezeigt, auf einige Verhältnisse am menschlichen und tierischen Herzen aufmerksam zu machen.

a) Sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen findet man die Ventrikelhöhlen durchsetzende, dickere oder dünnere, kürzere oder längere, bald rein muskulöse, bald sehnig muskulöse, bald anscheinend rein sehnige Balken, welche von der Septumwand entspringen und meist als freie Stränge weiterziehen, um an der Basis des einen oder des anderen Papillarmuskels zu endigen, beziehungsweise mit diesen in Verbindung zu treten. Die Balken im tierischen Herzen sind den Veterinäranatomen mehr oder weniger bekannt und werden von diesen in verschiedener Weise (genau oder ungenau) zur Darstellung gebracht. Sie führen den Namen Musculi transversi cordis.

---

[1] Auch Härtung des Herzens in Alhohol erweist sich für ihre Präparation vorteilhaft.

[2] Eine Reihe von Präparaten, welche das atrioventrikulare Verbindungsbündel an menschlichen und tierischen Herzen zur Anschauung bringen, hatte ich bei der Anatomenversammlung in Leipzig 1911 und bei dem in Wien 1910 abgehaltenen internationalen Physiologenkongreß ausgestellt. Der Physiologe Dr. L. Haberlandt hatte die Freundlichkeit, die Präparate zu demonstrieren.

Auf die besondere Bedeutung gewisser freier Muskelbalken der menschlichen und tierischen Herzen hat Tawara zuerst aufmerksam gemacht, indem er zeigte, daß sie Brücken bilden, mittels welcher die Schenkel des Verbindungsbündels von der Septumwand zu den Papillarmuskeln gelangen.

Im rechten Ventrikel des menschlichen und tierischen Herzens fällt besonders ein verschieden langer und dicker Balken auf, welcher von der Septumwand unterhalb der Crista supraventricularis abgeht und zur Basis des vorderen Papillarmuskels hintritt. Tawara nennt den Balken den »trabekularen Hilfsschenkel des Papillarmuskels«. Derselbe ist im tierischen Herzen stets von der Septumwand isoliert, während es beim menschlichen Herzen öfters vorkommt, daß er nicht die Ventrikelhöhle frei durchsetzt, sondern der Septumwand und der Parietalwand angeschlossen verläuft; er ist aber stets, sei es in dem einen oder dem andern Zustande, vorhanden. Im linken Ventrikel sind unter andern besonders zwei Balken zu erwähnen, welche von der Septumwand entspringen und wovon der eine zur Basis des vorderen, der andere zur Basis des hinteren Papillarmuskels sich begibt. Oft ist der eine oder andere Schenkel in einzelne Balken zerlegt oder er teilt sich während seines Verlaufes. Es kommt auch vor, daß beide Balken aus einen gemeinsamen Stamme sich entwickeln.

Es ist besonders hervorhebenswert, daß Leonardo da Vinci bei seinen Untersuchungen des Herzens, die die Kammerlichtungen durchsetzenden Muskelbalken nicht entgangen sind, da er dieselben auf fast allen Herzdarstellungen, welche das Innere der Ventrikel zeigen, entweder in natürlicher oder in schematischer Weise (im letzteren Falle oft den wahren Verhältnissen nicht vollständig entsprechend) zur bildlichen Darstellung bringt. Es ist daher Leonardo da Vinci als der erste Darsteller, sohin als Entdecker, der die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken zu bezeichnen. Als ein Beispiel der Leonardo'schen Darstellung der freien Balken führe ich an die Herzabbildungen auf Blatt 2*r* und 2*v* in dem von Rouveyre herausgegebenen Bande der Leonardo'schen anatomischen Hinterlassenschaft: »Fragments, Etudes anatomiques (Recueil *E*) Paris 1901. Hierselbst wird der Muskelbalken des rechten Ventrikels eingehend behandelt, namentlich auf der in der linken oberen Ecke befindlichen Abbildung auf Blatt 2*v*; diese Abbildung zeigt den Muskelbalken, wie er vom Septum ventriculorum abgeht, zum Grunde des vorderen Papillarmuskels zieht und in diesen und in die Trabeculare carneae übergeht.

Die genannten Abbildungen lehren auch, daß Leonardo da Vinci seine Kenntnisse vom Vorhandensein eines freien Muskelbalkens im rechten Ventrikel wahrscheinlich auf Grund der Untersuchungen von Rinderherzen erlangte; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Figur auf Blatt 2*r* den Befund an einen menschlichen Herzen betrifft. Es wäre interessant, zu erfahren, welche Bedeutung Leonardo da Vinci den Muskelbalken der Herzventrikel beimaß. Daß er die freien Muskelbalken nicht nur einer bildlichen, sondern auch einer schriftlichen Erörterung unterzog, geht anscheinend aus dem Texte auf Blatt 2*v* hervor; auf einer Abbildung hierselbst ist der Muskelbalken mit Buchstaben bezeichnet und es wird in dem neben der Abbildung befindlichen Texte allem Anscheine nach der erwähnte Muskelbalken besprochen; was der Text aber aussagt, konnte ich nicht ermitteln. Da Leonardo da Vinci die die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken zuerst abbildete (und auch beschrieb?) und da er speziell den im rechten Ventrikel vorkommenden, vom Septum zum vorderen Papillarmuskel ziehenden Balken naturgetreu abbildete, so wäre es wohl angezeigt, wenigstens diesen Balken seinem Entdecker zu Ehren als den Leonardo da Vicini'schen Muskelbalken zu bezeichnen.[1]

---

[1] An dieser Stelle sei aufmerksam gemacht, daß Roth in seiner Abhandlung: »Die Anatomie des Leonardo da Vinci« (Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt., 1905), in welcher er die gesammte Anatomie Leonardo's einer besonders abfälligen Kritik unterwirft, bei Besprechung einer von Leonardo da Vinci hergestellten Herzfigur (Fig. 1 auf Bl. 16*r*, Notes et Dessins sur la coeur, Rouveyre, Paris), p. 13, angibt: »Quer durch die Kammerhöhle geht ein 1 *mm* breites Bändchen (?)« p., 14: »Was Leonardo unter dem Querbändchen (?) des rechten Ventrikels (Fig. 1) versteht, lassen wir dahingestellt.«. P. 14 sagt Roth, daß die Figur vollends schematisiert und unwahr ist. Aus den Mitteilungen Roth's dürfte wohl mit Sicherheit hervorgehen, daß er nicht erkannt hat, daß das »Querbändchen«

b) Ein weiterer Punkt, auf den ich aufmerksam machen will, betrifft die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum des rechten Ventrikels. Auf ihre Form- und Größenverschiedenheiten am menschlichen Herzen soll hier nicht eingegangen werden. Auch am tierischen Herzen ist eine sogenannte Pars membranacea in wechselnder Ausbildung vorhanden. Hierselbst erscheint sie als ein dreieckiger Sehnenfleck, der unterhalb der Stelle liegt, wo der vordere und der mediale Zipfel der Valvula tricuspidalis mittels eines eingeschalteten Klappensaumes verbunden werden. Die Basis des Dreieckes liegt an der Atrioventrikulargrenze, die Spitze ist nach abwärts gerichtet. Eine Untersuchung dieses dreieckigen Sehnenfleckes (sc. Pars membranacea septi ventriculorum aut.) ergibt, daß es sich um eine modifizierte Fortsetzung der Aortawandung auf das Septum ventriculorum handelt, welche mittels dieses Fortsatzes, der Processus tendineus aortae genannt werden könnte, auf der Septumwand verankert ist.[1] Ich mußte an dieser Stelle die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise des Processus tendineus aortae deshalb erwähnen, weil regelmäßig am hinteren Rande dieser besonderen Stelle des Septum ventriculorum der oberste Abschnitt des rechten Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels absteigt.

c) Ein dritter Punkt betrifft das Wurzelstück der Aorta. Auf frontalen Durchschnitten kann man sehen, wie der untere Rand der Aorta, der oberhalb des Septum ventriculorum lagert und der wie bekannt bei manchen tierischen Herzen (Schaf, Kalb) knorpelig, knöchern sein kann, in zwei Membranen übergeht, welche nach abwärts treten und an die rechte und linke Septumwand sich fortsetzen. Mit der rechten Aortenmembran tritt der Stamm des Atrioventrikularbündels in topographische Beziehung. Wie die Abbildung des frontalen Durchschnitts durch ein Kalbsherz (Fig. 6, Taf. II) zeigt, liegt der Stamm des Verbindungsbündels unterhalb des eigentlichen (hier knorpeligen) Randes der Aorta, in der von der Aorta abgehenden Membran (Fortsetzung der Aortawand), beziehungsweise zwischen dieser und dem oberen Septumrande, daher nicht unmittelbar am oberen Rande des Septum ventriculorum, sondern nach rechts hin von diesem. Die membranöse Fortsetzung der Aortenwand über ihren eigentlichen Anfang hinaus (nach abwärts) ist jedenfalls das Gebilde, das Tawara und mit ihm andere Autoren als Septum fibrosum bezeichnen.

d) Ein vierter Punkt betrifft die Muskulatur der Septumwand. Unterhalb der Aorta vorfindliche, oberflächlich gelagerte Muskelzüge der linken Wand des Septum ventriculorum haben nicht immer die gleiche Bedeutung. Es handelt sich um Muskelzüge, die an dem einen Herzen vorhanden sein, in einem anderen teilweise oder vollständig fehlen können. Über diese Muskeln, welche jedoch an manchem tierischen Herzen (Pferd) konstant, an anderen inkonstant (Schaf, Rind usw.) vorkommen, haben Keith und Flack (24), soviel mir scheint, zuerst berichtet; die Muskeln werden von diesen Autoren als M. subaorticus bezeichnet. Den M. subaortici kommt insofern eine Beziehung zum atrioventrikularen Verbindungsbündel, besonders des linken Schenkels zu, als sie einen größeren oder kleineren oberen Abschnitt des linken Schenkels des Verbindungsbündels decken, daher dann derselbe subendocardial niemals sichtbar sein kann (Pferd, gelegentlich Kalb, Schaf usw.). (Über diese Muskeln wird, wie schon früher angegeben wurde, A. Jarisch eingehend berichten.)

---

als eine von Leonardo da Vinci vorgenommene schematische Darstellung des im rechten Ventrikel vorkommenden, die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalkens aufzufassen ist; da nun aber Roth; wie es scheint, mit dem »Querbändchen« nichts anzufangen weiß, nennt er kurz und bündig die Leonardo'sche Abbildung unwahr. In Anbetracht der von Roth vorgenommenen unrichtigen Beurteilung der besprochenen Verhältnisse an der Fig. 1 Leonardos da Vinci und in weiteren Anbetracht, daß Roth die so auffällige Leonardo'sche Darstellung der die Ventrikelhöhlen durchsetzenden Muskelbalken mit keinem Worte erwähnt, wird man zur Annahme geleitet, daß Roth das Vorkommen von die Ventrikelhöhle durchsetzenden Muskelbalken am menschlichen und tierischen Herzen unbekannt ist.

[1] Ich habe meinen Schüler stud. med. A. Jarisch veranlaßt, die sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise den Processus tendineus aortae einer besonderen Untersuchung zu unterziehen und es wird derselbe über das Ergebnis in einer Abhandlung berichten. In dieser Abhandlung werden auch gewisse Muskelanteile des Septum ventriculorum, welche zur Aorta in besonderer Beziehung stehen, eingehend erörtert werden.

Ich gehe nun über zur Darstellung des Verhaltens des atrioventrikularen Verbindungsbündels, wie sich dieselbe bei einer makroskopischen Präparation ergibt und beginne mit der Schilderung des Verbindungsbündels am tierischen Herzen, aus dem Grunde, da am Herzen des Schafes und des Kalbes der Verlauf und das ganze Verhalten des Verbindungsbündels wegen seiner relativ bedeutenden Größe und Stärke sich einfach, klar und deutlich gestaltet.

A. Makroskopische Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels am tierischen Herzen.

1. Schaf. Die Abbildung, Fig. 1 auf Taf. I, zeigt den Stamm des atrioventrikularen Verbindungsbündels bis zu seiner Teilungsstelle in den rechten und linken Schenkel; vom linken Schenkel ist nur sein Anfang zu sehen, da er sich unterhalb des unteren Randes der Aorta nach links bezieht; der rechte Schenkel ist von seinem Anfange bis zu seinem Eintritte in den Muskelbalken (»Moderator band« der Engländer), der vom Septum zum vorderen Papillarmuskel geht, dargestellt. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, zunächst auf einige Stellen der Figur behufs allgemeiner Orientierung hinzuweisen. Vom rechten Vorhof ist nur das Gebiet um die Einmündung des Sinus coronarius $s_1 c_1$ erhalten; die Stelle *sc* der vorhandenen Vorhofswand erscheint als eine direkte Fortsetzung der Wand des Sinus coronarius. Vor den eben erwähnten Gebilden und hinter der Arteria pulmonalis *ap*, beziehungsweise dem Conus arteriosus *ca* liegt oberhalb des Septum ventriculorum ein Stück des unteren Endes der Aorta *a*, deren unterer knöchern-knorpelige Rand *ak* als freier Rand erscheint, da die von ihm ausgehende Membran, welche zum Endocardium übertritt, weggeschnitten wurde. Die Membran bildete im vordersten Abschnitte einen Teil jener Stelle, welche der sogenannte Pars membranacea septi ventriculorum des Menschenherzens entspricht und deckte teilweise eine Lücke, welche vom unteren Rande der Aorta *ak* und den oberen Rand des Septum ventriculorum (welcher hierselbst leicht konkav nach oben ist) hergestellt wird; diese Lücke dient zum Durchtritt des linken Schenkels *l* des atrioventrikularen Verbindungsbündels.[1] Die Lücke kommt dadurch zustande, daß der untere Rand der Aorta in dem Bereiche oberhalb der konkaven Stelle des Septum ventriculorum, diese Stelle einerseits überbrückt, andererseits am vorderen und hinteren Ende des konkaven Ausschnittes des Septum ventriculorum mit letzteren sich verbindet. Der linke Schenkel *l* des Verbindungsbündels liegt sohin in einem konkaven Ausschnitt des oberen Randes des Septum ventriculorum und hat vor und hinter sich die Enden des konkaven Randes des Septums, also Ventrikelmuskulatur liegen, aber nicht unmittelbar, da der konkave Rand vom Bindegewebe eingesäumt wird. Im geöffneten Ventrikel sind der vordere, hintere und der mediale Papillarmuskel *pa*, *pp*, *pm*, leicht erkenntlich; ein accessorischer Papillarmuskel, liegt unterhalb der Crista supraventricularis. Vom Septum ventriculorum zieht gegen die Basis des vorderen Papillarmuskels *pa*, durch die Ventrikelhöhle hindurch ein Muskelbalken L. d. V., der, wie schon Tawara angibt, beim Schafsherzen konstant vorhanden ist. Der Muskelbalken kann länger oder kürzer, dicker oder dünner sein; im letzteren Falle erscheint er als ein dicker, sehnenfadenartiger Strang. Da Leonardo da Vinci den Muskelbalken am Rinderherz wie früher (p. 9 [277] erwähnt wurde, zuerst abgebildet (und beschrieben?) hat, nenne ich denselben den Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken.

Außer dem oben besprochenen Muskelbalken finden sich noch zwei dünnere Muskel-, beziehungsweise Sehnenbalken b, b_1 vor, welche den vorderen Papillarmuskel mit dem hinteren *pp*, beziehungsweise die parietale Wand des Ventrikels mit dem hinteren Anteile des Septum in Verbindung bringen.

Anlangend das atrioventrikulare Verbindungsbündel, so beginnt *a n* dasselbe an der äußeren Wand-derjenigen Stelle *sc* des rechten Vorhofs, welche als Verlängerung der Wand des Sinus coronarius $s_1 c_1$ aufgefaßt werden kann. Der Anfang *a n* erscheint als eine dünne, sehr leicht zerreißliche Platte von weiß-

[1] Am Präparate wurde, um den Durchtritt der linken Schenkel durch die Lücke deutlicher zu machen, durch den vorderen Teil der Lücke ein Fischbeinstab *f* durchgezogen und nach vorne gedrängt.

grauer oder graubräunlicher Farbe, die aus einem dichten Fasergewebe besteht, welches mit dem Muskellager des Vorhofes, beziehungsweise dem des Sinus coronarius im Zusammenhange ist. Alsbald übergeht der plattenförmige Anfang des Bündels in ein mehr konsistenteres, aber doch noch leicht zerreißliches längsovales oder rundliches Gebilde *k*, welches den Tawara'schen Knoten (Reticulum von Keith-Flack) des Verbindungsbündels darstellt. Der Knoten erscheint als ein knäuelförmiges Netzwerk, dessen Fasern als relativ grobe bezeichnet werden müssen. Der durch die Präparation dargestellte Knoten besitzt an seiner dem Septum abgewandten Seite eine rauhe Oberfläche, welche zweifellos dadurch zustande kam, daß massenhaft Fasern, welche vom Knoten in die Muskulatur der Vorhofswand einstrahlen oder umgekehrt von dieser in den Knoten treten, bei der Präparation abgeschnitten wurden. Die Platte *an* und der Knoten *k* liegen unmittelbar auf der äußeren Wand des sogenannten *Septum fibrosum* Tawara's, welches aber nichts anderes als der unterste Abschnitt der Aorta *a* ist, auf. An der Stelle, an welcher der untere Aortarand in Knorpel- oder Knochengewebe *ak* und weiterhin in eine fibröse Membran übergeht, welch letztere in das subendocardiale Gewebe übertritt, endet der Knoten. Bei genauer Betrachtung aber kann man sehen, daß beim Ende des Knotens sich in der unteren Aortenwand eine Lücke vorfindet und daß das Ende des Knotens sich in diese Lücke hineinschiebt. Nimmt man von dieser Stelle angefangen nach vorne zu präparierend den untersten modifizierten Teil der Aortenwand (*Septum fibrosum* Tawara) weg, so erscheint der Stamm *st* des Verbindungsbündels freigelegt und man sieht den unmittelbaren Übergang des Knotens in den Stamm. Gerade an dieser Übergangsstelle findet sich die Lücke in der Aortenwand vor; Platte und Knoten des Verbindungsbündels liegen somit an der Außenwand der Aorta, der Stamm an der Innenwand, richtiger gesagt in der modifizierten Fortsetzung der Aortenwand, welche an dieser Stelle einen Kanal für die Aufnahme des Stammes des Verbindungsbündels enthält. Der Stamm des Verbindungsbündels ist nicht lange und sieht wie ein Nerv aus; er besteht aus einem Bündel längs verlaufender, feiner weißlicher, weißlichgrauer Fasern, welche plötzlich aus dem ganz anders struktuierten Knoten heraustreten. Man kann jedoch erkennen, daß die Fasern des Stammes des Bündels Fortsetzungen der den Knoten aufbauenden Fasermassen sind. Der Stamm hat, abgesehen von der an seiner Oberfläche vorhandenen Streifung, welche durch die ihn zusammensetzenden Fasern bedingt ist, eine glatte, fast glänzende Oberfläche; der Stamm liegt nämlich in einer eigenen bindegewebigen Scheide, und zwischen beiden findet sich eine anscheinend lymphartige Flüssigkeit, und aus der Scheide herausgehoben erscheint er glatt. Bald nach seinem Entstehen verbreitet sich der Stamm des Verbindungsbündels und geht in eine annähernd dreieckige Platte *th*, aus welcher der rechte *r* und linke *l* Schenkel des Verbindungsbündels hervorgehen, mit anderen Worten, der Stamm des Verbindungsbündels teilt sich an seinen vorderen verbreiterten Ende in einen rechten und in einen linken Schenkel. Die verbreiterte Teilungsstelle des Stammes macht auf den ersten Anblick hin den Eindruck eines Ganglions. Der zwischen der Teilungsstelle und dem Knoten liegende Antheil des Stammes ist es, der durch die oben erwähnte Lücke und durch den gleichfalls schon erwähnten Kanal durchtritt; es macht den Eindruck, als sei das Verbindungsbündel an der Stelle des Eintrittes in den Kanal eingeschnürt. Die Teilungsstelle des Verbindungsbündels liegt oberhalb der sogenannten Pars membranacea septi ventriculorum, beziehungsweise des Processus tendineus aortae (p. 10 [278]) und hat eine nach vorne geneigte Lage.

Der rechte Schenkel. Unter fast rechtem Winkel geht der rechte Schenkel *r* vom Stamme des Verbindungsbündels ab und schlägt die Richtung nach vorne abwärts ein; er zieht im mäßigen Bogen unterhalb der Ansatzstelle des medialen Papillarmuskels *pm*, zu der Stelle, wo der Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken *L d V* beginnt, bildet dann einen scharfen Bogen (mit der Konvexität nach vorne) und tritt in den ebengenannten Muskelbalken ein, um zur Basis des vorderen Papillarmuskels *p a* zu gelangen. Man kann den rechten Schenkel in zwei Abteilungen bringen: in den septalen Abschnitt, von seinem Beginne bis zu seinem Eintritt in den Leonardo'schen Muskelbalken und in den trabekularen Abschnitt, der in dem ebengenannten Muskelbalken verläuft. Der septale Abschnitt, in einer Bindegewebs- (Lymphscheide?) eingeschlossen, liegt gleich nach seinem Beginne am hinteren Rande der sogenannten Pars membranacea septi, beziehungsweise des Processus tendineus aortae und ist an der Stelle, wo er in das

Septum ventriculorum eintritt, gewöhnlich von nur wenig Muskelfleisch überlagert (manchmal sogar subendocardial gelegen). Der trabekulare Abschnitt liegt im Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken meist exzentrisch; auch eine fast subendocardiale Lagerung kann angetroffen werden. An der Stelle, wo der letztgenannte Muskelbalken den vorderen Papillarmuskel erreicht, dringt der rechte Schenkel in den letzteren ein (bildet den sogenannten papillaren Abschnitt des Schenkels) und teilt sich in eine verschiedene Anzahl von Zweigen, welche zum größten Teile subendocardial am Papillarmuskel verlaufen, zum Teil jedoch auch in das Muskelfleisch eindringen. Man kann, wenn man einem frischen Herzen die Oberfläche des Papillarmuskels untersucht, ganz deutlich unter dem Endocardium verlaufende, grau erscheinende Fäden wahrnehmen, welche den Papillarmuskel netzförmig umstricken; die Spitze des Papillarmuskels bleibt, so weit es den Anschein hat, von diesem Netzwerke frei. Am frischen Herzen kann man ferner wahrnehmen, daß vom basalen Teile des papillaren Netzwerkes, beziehungsweise von dem in den Papillarmuskel eingetretenen rechten Schenkel graue Fäden in die dem Papillarmuskel nahe gelegenen Trabekel ziehen und subendocardial dann weiter verlaufen. Die letzterwähnten Trabekel können als Ursprungsbalken des vorderen Papillarmuskels, beziehungsweise als Insertionsbalken des genannten Papillarmuskels an der vorderen Herzwand aufgefaßt werden. Der vordere Papillarmuskel hat aber noch direkte oder mittels seiner Ursprungsbalken indirekte wechselnde Verbindungen mit der Muskulatur des hinteren Septumanteils und mit dem hinteren Papillarmuskel *pp*, welcher öfters nicht einfach ist; in diesen die Papillarmuskeln verbindenden Muskelbalken $b b_1$, welche ebenfalls meist frei die Ventrikelhöhle durchziehen, verlaufen Zweige des aus dem rechten Schenkel des Verbindungsbündels entstandenen vorderen Papillarmuskelgeflechtes, welche sohin zur Versorgung der hinteren Septumwand und der hinteren Papillarmuskel mit Verbindungsbündelfasern dienen.

Der linke Schenkel. Auf der Taf. I, Fig. 2 ist der ganze Verlauf des linken Schenkels des Verbindungsbündels von der Stelle an, wo er die linke Septumwand betritt, bis zu seinem Eintritt in die Papillarmuskeln dargestellt. Während der obere Abschnitt des linken Schenkels in den meisten Fällen von Zügen oberflächlich gelegener Ventrikelmuskulatur bedeckt ist, liegt der untere Abschnitt subendocardial, weshalb die Fasermassen desselben durch das Endocardium hindurch mehr weniger sichtbar sind. Die Stelle, wo der linke Schenkel den linken Ventrikel betritt, ist jener dreieckige Raum, der sich zwischen rechter und hinterer Aortenklappe vorfindet, das Spatium intervalvulare Henles. Wenn man daselbst das Endocardium wegnimmt, erscheint der Anfang des linken Schenkels (Fig. 2 *l*). Man muß aber weiterhin die unterhalb des Spatium intervalvulare gelegene oberflächliche Ventrikelmuskulatur entfernen, um das ganze Anfangsstück des linken Schenkels freizulegen. Hat man nun auch weiter unten das Endocardium entfernt, so liegt der ganze Stamm des linken Schenkels frei zutage (Fig. 2 *l*). Die Mächtigkeit des linken Schenkels ist besonders hervorhebenswert; er ist viel stärker als der rechte Schenkel. Während der linke Schenkel in seinem oberen Abschnitte einen dicken, annähernd rundlichen oder ovalen Strang bildet, ist er in seinem unteren Abschnitte ganz plattgedrückt, verbreitert und daher ganz dünn und erscheint oft fast als ein aus feinsten Fasern bestehender membranartiger Strang. Alsbald teilt sich die ganze Fasermasse in der Hauptsache in einen vorderen und in einen hinteren Ast (Fig. 2 *l v*, *l h*); aber zwischen diesen Ästen zieht eine größere oder geringere Anzahl von Fasern vom linken Schenkel auf der Septumwand subendocardial in der Richtung gegen die Herzspitze zu, um immer feiner werdend und sich verästelnd in die verschiedene Trabeculae des Septums einzutreten, welche Trabeculae aber mit den Papillarmuskeln in Beziehung sind. Diese eben beschriebenen Faserzüge stellen einen dritten (mittleren) Ast des linken Schenkels dar. Ist die Teilung des linken Schenkels in eine vorderen und in einen hinteren Ast erfolgt, so treten diese Äste alsbald in je einen den Ventrikelhohlraum durchziehenden, dicken oder dünnen, mehr oder weniger muskulösen, beziehungsweise bindegewebigen Balken ein; der eine Balken *vb* zieht zum vorderen (Fig. 2 *p a*), der andere (Fig. 2 *h b*) zum hinteren Papillarmuskel (Fig. 2 *p p*). Es kommt auch vor, wie Tawara (47, p. 99 und Taf. VIII, Fig. 2) beobachtet hat, daß die zu den zwei Papillarmuskeln ziehenden Balken mittels eines gemeinsamen Stammes von der Septumwand entspringen; in diesem Falle tritt der Stamm des linken Schenkels ungeteilt in den Balken ein und mit der Teilung

dieses teilt sich auch der linke Schenkel in einen vorderen und in einen hinteren Ast. Sehr häufig kann man finden, daß der vordere und hintere Muskelbalken sich früher oder später vor seinem Ansatze an den entsprechenden Papillarmuskel sich in zwei oder mehrere Stämme teilt, welcher Teilungsweise auch der vordere, beziehungsweise hintere Ast des linken Schenkels notwendigerweise sich entsprechend verhalten müssen. Man kann auch beobachten, daß Teile des vorderen oder hinteren Astes des linken Schenkels an der Septumwand herzspitzenwärts subendocardial ziehen, um dann in besondere kleinere, den Ventrikelhohlraum durchsetzenden Muskelbalken einzutreten und mittels dieser zu den Papillarmuskeln zu gelangen. Bemerkenswert erscheint es, daß wie zum Beispiel an der Fig. 2 ersichtlich ist, die Bündel des hinteren Astes an den hinteren Papillarmuskel hauptsächlich in der Nähe seiner Spitze herantreten, während die des vorderen Astes beiläufig zur Basis des vorderen Papillarmuskels sich begeben. An beiden Papillarmuskeln sieht man ein sie umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk, in welchem nach den verschiedensten Richtungen hin subendocardiale Zweige verlaufen. Faßt man bezüglich der Endigung des linken Schenkels alles zusammen, so kann man aussagen, daß die Fasermassen des linken Schenkels zu dem vorderen und hinteren Papillarmuskel sich begeben und daselbst ein diese umstrickendes Netzwerk herstellen, aus welchen nach allen Richtungen hin feinste subendocardial verlaufende Äste austreten, die makroskopisch weiter nicht verfolgbar sind.

2. Kalb. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels im Herzen des Kalbes ist in der Hauptsache gleich dem des Schafsherzens; um nicht zu weitläufig zu werden, sehe ich von einer eingehenden Schilderung ab und bringe, um andere Verhältnisse des Bündels kennen zu lernen, eine Darstellung des Bündels, wie es sich bei der Präparation von oben her verhält, was die Fig. 3 auf Taf. I zeigen soll. Das Präparat wurde in der Weise hergestellt, daß von den beiden Vorhöfen nur die medialen Wände in ihren hintersten Abschnitten erhalten blieben; deswegen sieht man auf der Figur die Einmündung des Sinus coronarius (rechts von *a n*). Durch die Wegnahme des größten Anteiles beider Vorhöfe, wie auch durch die vollständige Wegnahme der Aorta und der Art. pulmonalis wurde der obere Rand des Septum ventriculorum freigelegt, aber von diesem *s* vor der Teilungsstelle des Verbindungsbündels gelegenem Anteile ein großes Stück weggeschnitten; die beiden Ventrikel wurden durch Abtragung eines großen Anteiles ihrer parietalen Wandungen weiter zugänglich gemacht. Auf der Abbildung (Fig. 3, Taf. I) sieht man die Mündung des Sinus coronarius (rechts von *a n*), einen Teil des rechten Ventrikels mit dem vorderen Papillarmuskel *p a*, mit dem Randteile des zur Basis des letzteren hinlaufenden Leonardo da Vinci-schen Muskelbalkens (L. d. V.), der in diesem Falle ganz besonders mächtig entwickelt ist. In dem geöffneten linken Ventrikel sieht man die linke Septumwand, den hinteren Papillarmuskel *p p* und die Spitze des vorderen Papillarmuskels *p a*. Von der linken Septumwand ziehen zwei Muskelbalken *v b*, *h b* durch den Ventrikelhohlraum, von denen der eine zum vorderen *p a*, der andere zum hinteren Papillarmuskel *p p* sich hinzieht.

Der Stamm *s t* des Verbindungsbündels liegt am oberen Rande des Septum ventriculorum; nach hinten zu geht er in den Knoten *K* über und von diesem laufen die Fasern *a n* gegen die Wand des Sinus coronarius hin. Aus der Teilungsstelle *t h* des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welche eine fast dreieckige Platte darstellt, entwickelt sich der rechte und der linke Schenkel des Verbindungsbündels. Der freigelegte rechte Schenkel *r* zieht gegen den Anfang des Leonardo da Vinci'schen Muskelbalkens (L. d. V.), tritt in ihn ein und gelangt dadurch zum vorderen Papillarmuskel *p a*. Der linke Schenkel *l* des Verbindungsbündels teilt sich noch subendocardial in einen vorderen *v b* und einen hinteren Ast *h b*, welche beide auf dem Wege von den früher erwähnten Muskelbalken zum vorderen, beziehungsweise hinteren Papillarmuskel gelangen.

Der linke Schenkel des atrioventrikularen Verbindungsbündels ist besonders an der Fig. 4, Taf. I zu ersehen, welche die Abbildung eines Präparates ist, an welcher der linke Schenkel ganz besonders mächtig ausgebildet erscheint. Man gewahrt den Abgang des linken Schenkels des Verbindungsbündels vom Stamm und seinen absteigenden Verlauf an der linken Septumwand. Von der linken Septumwand treten zwei gleich nach ihrem Beginne in mehrere Stämme zerfallende Muskelbalken *v b*, *h b* ab, um sich zum vor-

deren *p a*, beziehungsweise hinteren Papillarmuskel *pp* zu begeben. In diesen Balken verlaufen der vordere *l v* und der hintere Ast *l h* des linken Schenkels des Verbindungsbündels, welche Äste entsprechend der Teilung des Muskelbalken ebenfalls in mehrere Stämme zerfallen sind.

Eine lehrreiche Darstellung des Verlaufes des atrioventrikularen Verbindungsbündels am Kalbherzen zeigt die Abbildung 5 auf Taf. II. Bei der Präparation wurde von oben her zwischen Aorta *a* und dem rechten Vorhof *rV* so weit in die Tiefe vorgedrungen, bis man auf das in der Nähe des unteren Aortenrandes *a k* liegende Atrioventrikularbündel *s t* gelangte. Zur näheren Orientierung an der Abbildung diene, daß *s c* auf den eröffneten Sinus coronarius hinweist; *lV* ist der abgedrängte linke Vorhof. Zwischen dem Conus arteriosus *c a* und dem rechten Vorhofe *rV* ist in der Tiefe die eröffnete rechte Ventrikelhöhle sichtbar. Bei der Wandung des Sinus coronarius liegt eine dreieckige Platte *a n*, die die Basis gegen die Vorhofswand und den Sinus coronarius richtet. Zu dieser Platte ziehen zahlreiche Fasern, die von der rechten und wahrscheinlich auch linken Vorhofswand und der Wandung des Sinus coronarius gekommen sind; diese Fasern stellen die Anfänge (*a n*) des Verbindungsbündels dar; sie fließen nach vorne zusammen und bei der Spitze der erwähnten dreieckigen Platte treten sie an ein ovales, rundliches, rauhes Gebilde, dem Tawara'schen Knoten *k* heran. Aus dem Knoten entsteht der kurze Stamm *s t* des Verbindungsbündels, welcher in seinem Zuge nach vorne sich rasch verbreitert und in eine dreieckige Platte *t h* übergeht, welche die Teilungsstelle des Stammes in einem rechten *r* und in einem linken *l* Schenkel darstellt. (Der Stamm des Verbindungsbündels samt seiner Teilungsstelle wurde dadurch sichtbar gemacht, daß die von dem unteren Rande der Aorta ausgehende Membran, in welcher das Verbindungsbündel eingeschaltet lag, entfernt wurde.) Bei der Teilungsstelle geht der linke Schenkel *l* zwischen Aorta und oberen Septunrande nach links. Der rechte Schenkel *r* steigt an der rechten Wand des Septum ventriculorum abwärts und tritt scharf abbiegend in den trabekularen Hilfsschenkel L. d. V des vorderen Papillarmuskels ein. Vor seinem Eintritt gibt der rechte Schenkel einen Zweig r_1 zum medialen Papillarmuskel ab. Ganz auffällig ist die geringe Länge des Stammes des Verbindungsbündels.

Die Abbildung Fig. 6 auf Taf. II zeigt einen frontalen Durchschnitt durch das Herz eines Kalbes, um die Topographie des Stammes des atrioventrikularen Verbindungsbündels darzutun. *a* ist die Aorta mit der hinteren Aortaklappe *a h* und dem Aortenzipf *a z* der Valvula tricuspidalis; *rV* die rechte Vorhofswand; *s* das Septum ventriculorum; die obere Spitze desselben *m a* wird von dem Musculus subaorticus hergestellt; *vd*, *vs* der rechte, beziehungsweise linke Ventrikel. Zwischen der rechten Vorhofswand *rV* einerseits und dem rechten oberen Septumrand *s* und dem Musculus subaorticus *m a* anderseits schiebt sich eine modifizierte Fortsetzung *p ta* des unteren Randes der Aorta *ak* ein. Der obere Anteil ist die abgeknickte knorpelige Wand *a k* der Aorta, die zwischen dem Musculus subaorticus *ma* und der Muskulatur der rechten Vorhofsmuskulatur *rV* eindringt; von dem unteren Rande der knorpeligen Aortenwand geht eine Membran *pta* der Processus aorticus abwärts, welche sich zwischen dem Septum und dem medialen Zipfel der Valvula tricuspidalis einschiebt und subendocardial an der rechten Septumwand endet. In der erwähnten Membran, welche an ihrem Ursprunge von der Aorta dicker ist und nach abwärts sich verdünnt, liegt der Stamm *s t* des atrioventrikularen Verbindungsbündels. Man kann gewahren, daß der Stamm des Verbindungsbündels nicht am oberen Rande des Septum ventriculorum liegt, sondern auf der rechten Seite des oberen Randteiles des Septum lagert. Diese Topographie des Bündels ist ein konstanter Befund sowohl am tierischen als auch am menschlichen Herzen.

3. Hund. Das Verhalten der atrioventrikularen Verbindungsbündel des Hundeherzens zeigt unter allen untersuchten Tieren die größte Ähnlichkeit mit dem Verhalten des Bündels am menschlichen Herzen.

Die Abbildung Fig. 7, Taf. II zeigt den Verlauf des verhältnismäßig langen Stammes des Verbindungsbündels oberhalb der atrioventrikularen Grenze, und zwar nach rechts von der Wurzel der Aorta, also nahe der inneren Oberfläche des rechten Vorhofes. Der Stamm ist mit Einschluß des Knotens bis zu seiner Teilungsstelle hin am Präparate, nach welchem die Abbildung hergestellt wurde, fast 2 *cm* lang. Der Stamm *s* stellt einen in einer Scheide eingeschlossenen beiläufig 1 *mm* dicken, rundlichen weißen

Strang dar, dessen Oberfläche fein längs gefasert ist. Der sichere makroskopische Beginn *an* des Verbindungsbündels konnte in der Wandung des rechten Vorhofes an jener Stelle festgestellt werden, welche als Verlängerung der einen Wand des Sinus coronarius *sc* erscheint. Wenn man das Endocardium der unmittelbar vor der Mündungsstelle des Sinus coronarius gelegenen Wandungsstelle entfernt und in die Muskulatur eindringt und dieselbe teilweise durchdringt, gewahrt man eine größere Anzahl feinster Fasern, die von verschiedenen Richtungen kommen, an einer Stelle *an* zusammentreten und in ein beiläufig 1 bis 2 *mm* langes, ovales, weißlich graues mit rauher Oberfläche versehenes Gebilde eintreten, welches den Knoten *k* des Verbindungsbündels darstellt; dasselbe liegt an der äußeren Wand der Wurzel der Aorta. Aus dem Knoten entwickelt sich nach vornehin der Stamm *s* des Verbindungsbündels. Sein nach vorn gerichteter Verlauf beiläufig längs dem oberen Rand des Septum ventriculorum (nach links hin an die Wurzel der Aorta angrenzend), ist an der Abbildung Fig. 7 ersichtlich. (Das Wurzelstück der Aorta *a* wurde, wie die Abbildung zeigt, in die Höhe gezogen.) Die Teilungsstelle *th* des Stammes in einem rechten *r* und linken Schenkel findet sich am oberen Rande des Septum ventriculorum, oberhalb einer sehnigen Stelle *ms* der Septumwand vor, welche zum Vorschein kommt, wenn man den Klappensaum, der den medialen und den vorderen Zipfel der Valvula tricuspidalis emporhebt. Die sehnige Stelle *ms*, (Macula tendinea septi ventriculorum) ist dreieckig, die Basis gegen die atrioventrikulare Grenze, die Spitze nach unten gerichtet. Gegen die hintere Seite dieses dreieckigen Sehnenfleckes richtet der rechte Schenkel des Verbindungsbündels nach seinem Abgange vom Stamme seinen Verlauf; hierselbst angelangt, ist er oft in das sehnige Gewebe dicht eingebettet, so daß seine tadellose Isolierung hierselbst manchmal sich recht schwierig gestaltet. Ganz auffällig ist, wie der rechte Schenkel von dieser Stelle an in seinem weiteren Verlaufe nach abwärts stark platt gedrückt und als ein ungemein zartes, dünnes durchscheinendes Faserband erscheint. Diese ganz plötzliche und besonders in die Augen springende Formumwandlung des rechten Schenkels, wie auch, daß seine ihn zusammensetzende Fasern nur bei einem bestimmten Lichtauffall von den Fasern des angrenzenden Herzmuskelfleisches unterscheidbar werden, macht es, daß der rechte Schenkel in seinem weiteren Verlaufe nur unter Anwendung besonderer Aufmerksamkeit verfolgbar ist.

Wie die Abbildung Fig. 7 zeigt, zieht der meist subendocardial gelegene rechte Schenkel *r* von der Macula tendinea septi ventriculorum *ms* in einen mäßigen Bogen (die Konvexität nach vorne gerichtet) hinter dem medialen Papillarmuskel *pm* und vor accessorischen kleineren hinteren medialen Papillarmuskeln an der Septumwand abwärts, in der Richtung gegen die Basis des vorderen Papillarmuskels *pa*. Die Muskelzüge der Septumwand, auf welchen der rechte Schenkel abwärts steigt, heben sich in der Nähe des vorderen Papillarmuskels von der Septumwand mehr weniger ab und begeben sich zur Basis des vorderen Papillarmuskels und stellen den trabekulären Hilfsschenkel L. d. V. (Leonardo da Vinci's Muskelbalken) des genannten Papillarmuskels dar. Der rechte Schenkel des Verbindungsbündels, angelangt bei der Basis der vorderen Papillarmuskel, ist mit Sicherheit makroskopisch nicht weiter verfolgbar. An dem Präparate, welches für die Abbildung Fig. 7, Taf. II diente, zog an der Basis des vorderen Papillarmuskels ein Muskelbalken *b* vorbei, welcher aus dem trabekulären Hilfsschenkel L. d. V. abging und zu einem Balken der Parietalwand hinzog; in den erwähnten Muskelbalken trat, wenn ich mich nicht täuschte, ein Teil des rechten Schenkels ein.

Die Abbildung, Fig. 8, Taf. II, zeigt den Verlauf des linken Schenkels des atrioventrikularen Verbindungsbündels, nachdem er unterhalb der Aorta *a* bedeckt von dem Endocardium, zwischen hinterer *ah* und rechter *ar* Aortenklappe vom Stamme des Verbindungsbündel nach links übergetreten ist. Der linke Schenkel *l* ist ein platter, ungemein dünner, sehr zarter, aus feinsten Fasern aufgebauter bandartiger Strang, der subendocardial lagert; die ihn aufbauenden Fasern haben fast ganz die Farbe der unter ihm liegenden Faserbündel des Septumfleisches, und da der ganze linke Schenkel wegen seiner Dünnheit durchscheinend ist, so heben sich seine ihn aufbauenden Fasern von den Fasern des Septumfleisches kaum ab und sind nur bei bestimmten Beleuchtungen deutlich erkennbar. Die unmittelbare Lage unter dem Endocardium und die außerordentliche Feinheit des linken Schenkels machen es, daß er bei der Entfernung des Endocardiums

sehr leicht mit diesem entfernt wird. Gleich nach seinem Übertritte auf die linke Septumwand, weichen die zarten Fasermassen des linken Schenkels auseinander und fließen über die Septumwand herzspitzenwärts; die Randfasern sind mehr zusammengefaßt als die mittleren, daher sie deutlicher sichtbar als die letzteren sind. Diese Randfasern sind es, die im Absteigen immer mehr auseinander weichen und als Teilungsäste des linken Schenkels erscheinen. Der vordere Ast *lv* tritt in einen intraventrikularen Muskelbalken *vb* ein, der zum vorderen Papillarmuskel *pa* sich begibt, während der hintere Ast *lh* in einen zum hinteren Papillarmuskel *pp* hinziehenden intraventrikularen Muskelstrang *hb* eintritt. Am Präparate, welches der Abbildung, Fig. 8, Taf. II, zugrunde liegt, konnte der hintere, die Ventrikelhöhle durchsetzende Muskelbalken *hb* an der Wand des Septums subendocardial bis zum oberen Septumrande hinauf verfolgt werden, woselbst er seinen Ursprung nahm $h_1\ b_1$. Die zwischen dem vorderen und dem hinteren Aste des linken Schenkels liegenden Fasermassen, die herzspitzenwärts ziehen, werden in ihrem Zuge nach abwärts bald so fein, daß eine weitere sichere makroskopische Verfolgung unmöglich wird.

4. Schwein. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels am Herzen des Schweines ist im großen und ganzen gleich dem, wie es an bisher erörterten tierischen Herzen beschrieben wurde. Der linke Schenkel stellt ein an vorliegenden Präparaten sehr feines, subendocardial gelegenes Faserband dar, welches derart durchscheinend ist, daß seine Fasermassen nur mit Mühe von den darunter liegenden Herzmuskelfasern unterscheidbar sind. Das ganze Verhalten des linken Schenkels erinnert mehr an das des gleichen Schenkels am Hundeherzen, als an das des linken Schenkels des Herzens vom Schafe und Kalbe. Der rechte Schenkel des Verbindungsbündels wird beim Übertritte auf den trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels breit und dünn, ist subendocardial gelegen und sehr deutlich durch das Endocardium sichtbar. Bei seinem Übertritte auf den trabekulären Hilfsschenkel gibt der rechte Schenkel des Verbindungsbündels einen Zweig zum vorderen Papillarmuskel ab.

5. Pferd. Beim Pferde sind die Verhältnisse des atrioventrikularen Verbinbindungsbündels im allgemeinen dieselben wie bei den bisher untersuchten Herzen. Auffällig ist, daß im Vergleiche zur großen Herzmasse die Fasermassen des Verbindungsbündels einen relativ dünnen Strang aufbauen; er ist im Verhältnis zu dem des Herzens des Schafes und Kalbes viel schwächer entwickelt. Der Stamm des Verbindungsbündels nähert sich, was seine Länge anbelangt, mehr dem Verhalten des Stammes des Bündels am Schaf- und Kalbsherzen. Besonders hervorhebenswert ist, daß der linke Schenkel des Verbindungsbündels, nachdem er nach links übergetreten ist, von einer mächtigen Schichte Muskulatur (M. subaorticus) überlagert wird und erst sein vorderer und hinterer Teilungsast subendocardial zu liegen kommen. Man gewahrt daher ohne Präparation nicht den Stamm des linken Schenkels des Verbindungsbündels an der linken Septumwand, sondern sieht durch das Endocardium hindurch nur seine beiden Teilungsäste, die zum vorderen beziehungsweise zum hinteren Papillarmuskel auf dem Wege von Muskelbalken ziehen.

B. Makroskopische Darstellung der atrioventrikularen Verbindungsbündel am menschlichen Herzen.

1. Die Abbildungen Fig. 9, 10 auf Taf. III zeigen an einem und demselben Herzen das präparierte Bündel in einem mehr oder weniger isolierten Zustande, während die Abbildungen 11 und 12 auf Taf. III das topographische Verhalten des rechten und linken Schenkels an je einem Herzen zur Anschauung bringen.

Das Präparat, welches die Abbildung Fig. 9 wiedergibt, wurde in der Weise hergestellt, daß von den beiden Vorhöfen nur der hinterste Abschnitt *rV* am Herzen belassen wurde. Die Aorta wurde ganz, die Arteria pulmonalis fast ganz entfernt, von letzterer ist noch eine Klappe *ap* erhalten geblieben. Der rechte Ventrikel wurde durch einen bis zur Herzspitze gehenden Längsschnitt eröffnet und die Wände auseinandergezogen. In Entsprechung dieses Vorganges sind an der Abbildung wahrzunehmen: Ein Teil der Wandung des rechten Vorhofes *rV* mit der Einmündung des Sinus coronarius *sc*; der hintere Zipfel *trh* der Valvula tricus-

pidalis mit dem Chordae tendineae, welche von dem (im vorliegenden Falle schlecht entwickelten) hinteren Papillarmuskel *pp* ausgehen. Von dem vorderen Papillarmuskel *pa* ist nichts erhalten, jedoch ist ein trabekulärer Hilfsschenkel, der Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken *LdV*, bis zu seinem Eintritte zum vorderen Papillarmuskel vollständig vorhanden; der mediale accessorische Papillarmuskel *pac* ist ziemlich gut ausgebildet. *ca* ist eine Wand des Conus arteriosus, *ap* die hintere Klappe der Arteria pulmonalis.

Der Stamm *st* des atrioventrikularen Verbindungsbündels liegt am oberen Rande des Septum ventriculorum, und zwar mehr unter der Oberfläche des rechten Hohlraumes des Herzens gelagert. Das hintere Ende des Stammes war deutlich makroskopisch verfolgbar bis zu einer Stelle, welche unter der medialen Vorhofswand gelagert ist und als Fortsetzung der Wand des Sinus coronarius *sc* erscheint. Aus den daselbst vorfindlichen feinen Fasern bildet sich der Knoten *k* und aus diesem entwickelt sich nach vorne zu der Stamm *st* des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welcher sich bei *th* in einen rechten *r* und einen linken Schenkel teilt. Die Lagerung des Knotens und des Stammes des Verbindungsbündels findet sich an der Grenze zwischen Aortenwurzel und dem Septum ventricolorum in ähnlicher Weise, wie am Herzen der untersuchten Tiere. Der Knoten liegt in dichtes fibröses Bindegewebe eingebettet und es erfordert die volle Aufmerksamkeit, um ihn aus demselben herauszupräparieren; soviel ich bis jetzt gefunden habe, ist die Einbettung des Knotens in das dichte Gewebe ein ganz regelmäßiger Befund. Ist der Knoten freigelegt, bildet die Freilegung des Stammes keine besondere Schwierigkeit, da derselbe in eine bindegewebige Scheide (Lymphscheide ?) eingeschlossen ist und dadurch von der Umgebung gut abgegrenzt ist. Meist findet man, daß der obere Rand des Septum ventriculorum glattrandig ist und von einem mehr weniger ausgeprägten Sehnenstreifen begrenzt wird. Diese Stelle ist leicht konkav nach aufwärts. Der vorderste Anteil der Konkavität bildet mit dem unteren Rande der Aorta eine Lücke, durch welche sich der linke Schenkel nach links begibt. Die Lagerung des Knotens und des Stammes des Verbindungsbündels bis zu seiner Teilungsstelle hin findet sich nicht zwischen dem eigentlichen unteren Rande der Aorta und dem oberen Rande des Septum ventriculorum, sondern auf diesem und mehr nach rechts hin gelagert.

Der rechte Schenkel *r* des Verbindungsbündels schlägt gleich nach seinem Ursprunge eine absteigende Richtung ein und verläuft unter der Oberfläche der rechten Septumwand abwärts gegen den Ursprung des trabekulären Hilfsschenkels (des Leonardo da Vinci'schen Muskelbalkens *LdV*) des vorderen Papillarmuskels *pa*. Er zieht immer hart an der Basis des in seiner Form und Größe vielfach wechselnden medialen Papillarmuskels vorbei. Die Muskelschichte, die den rechten Schenkel deckt, ist manchesmal stärker, manchesmal auf eine ganz dünne Schichte reduziert. Vollständig subendocardial verlaufend habe ich den rechten Schenkel niemals angetroffen. Doch kommt es öfters vor, daß die Gegend der medialen Wand des Ventrikelseptums oberhalb der Basis des medialen Papillarmuskels in einer mehr oder weniger ausgebreiteten Sehnenfleck, Macula tendinea septi ventriculorum *ms* umgewandelt erscheint; in solchen Fällen zieht der obere Abschnitt des rechten Schenkels unmittelbar unter dem vom Endocardium überzogenen sehnigen Gewebe und ist mühsam aus dem dichten Gewebe herauszupräparieren. Obwohl der rechte Schenkel in einer Scheide eingeschlossen ist, die ihn von der Umgebung trennt, so ist, da die Scheide mit der Muskulatur in innigem Zusammenhange ist und der in ihr liegende rechte Schenkel relativ dünn ist, die Darstellung des rechten Schenkel ohne ihn zu beschädigen, ohne weitere Übung meist keine ganz leichte. Der Eintritt des rechten Schenkels in den Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken *LdV* ist auf der Fig. 9, Taf. III, zu sehen. In diesem trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels liegt der rechte Schenkel, welcher nun meist eine plattgedrückte Form angenommen hat, vielfach oberflächlich, also subendocardial. Es gibt aber Fälle, wo ihn Muskelfleisch bedeckt, jedoch niemals in der Weise, daß der rechte Schenkel im Balken zentral zu liegen kommen würde. Auch die Freilegung des rechten Schenkels im Hilfsbalken kann mitunter eine recht schwierige sein. (Nebenbei sei bemerkt, daß der in Rede stehende Muskelbalken nicht immer frei durch den Ventrikelhohlraum zieht, sondern auch der Septumwand angeschlossen seinen Weg nehmen kann; er ist jedoch in allen Fällen vorhanden.) Aus dem Leonardo da Vinci'schen Muskelbalken begibt sich der rechte Schenkel zur Basis des vorderen Papillarmuskels. Eine

weitere makroskopische sichere Verfolgung des rechten Schenkels ist mir bisher nicht gelungen; auch gelang es mir bisher nicht, ein subendocordiales Geflechtwerk am vorderen Papillarmuskel oder Zweige aus einem solchen zum hinteren Papillarmuskel mit voller Deutlichkeit zu sehen, obwohl sich Muskelbalken, die die Ventrikelhöhle mehr minder frei durchsetzen und zur Verbindung des vorderen und hinteren Papillarmuskels dienen, stets vorfinden. Mit Rücksicht auf die Befunde beim tierischen Herzen ist anzunehmen, das auch beim menschlichen Herzen Fasern des rechten Schenkels des Verbindungsbündels vom vorderen Papillarmuskel auf dem Brückenwege des oben genannten Muskelbalken zum hinteren Papillarmuskel gelangen. Was die Versorgung der medialen Papillarmuskel mit einem Zweige des rechten Schenkels des Verbindungsbündels anbelangt, so bin ich zu keinem sicheren Endergebnis gelangt. Manchmal glaubte ich einen feinen Zweig des rechten Schenkels in den medialen Papillarmuskel eintreten zu sehen; in anderen Fällen, namentlich in solchen, in welchen der mediale Papillarmuskel stark reduziert war, oder die Chordae tendineae unmittelbar aus der Septumwand hervorzugehen scheinen, suchte ich vergeblich nach einen vom rechten Schenkel des Verbindungsbündels abgegebenen Zweige. Wenn der mediale Papillarmuskel gut oder nur halbwegs gut entwickelt ist, dann gewahrt man stets, daß der rechte Schenkel hart an seiner Basis vorbeizieht und deswegen liegt die Möglichkeit vor, daß auch in ihn ein Zweig des rechten Schenkels hineingeht, wenn derselbe vielleicht auch nicht in allen Fällen makroskopisch darstellbar ist.

Der linke Schenkel. Der Verlauf desselben ist an der Fig. 10 dargestellt. In auffälliger Weise unterscheidet sich die Form des linken Schenkels von der des rechten Schenkels. Während der rechte Schenkel fast immer als ein mehr oder weniger rundlicher (eventuell etwas platt gedrückter) Strang erscheint, ist der linke Schenkel ganz platt. Er bietet sich dem Anblicke als eine Faserplatte, oder als ein aus feinsten Längsfasern bestehendes, ungemein dünnes aber relativ sehr breites Band dar. Die Dicke ist eine so geringe, daß das Septumfleisch durchschimmert, weshalb auch nur bei aufmerksamster Beobachtung die Fasermassen des linken Schenkels als eine Auflagerung auf die Faserungen der Septummuskulatur wahrgenommen werden. Die Dünnheit des als Faserband erscheinenden linken Schenkels macht es auch, daß derselbe, obwohl er subendocardial lagert, eigentlich durch das relativ dicke Endocardium hindurch mit Sicherheit kaum wahrgenommen werden dürfte, daher die Streifungen, die das den linken Schenkel deckende Endocardium zeigt, nicht der Ausdruck des Verlaufes der Züge der Faserungen des linken Schenkels sein können. Wenn auch viele Streifungen des Endocardiums mit den diesen entsprechend verlaufenden Faserzügen des linken Schenkels in Übereinstimmung sind, so zeigt doch eine nähere Untersuchung, daß das Endocardium auch Streifungen aufweist, unterhalb welcher sich keine Faserzüge des linken Schenkels vorfinden. Die unmittelbar unter dem Endocardium liegende Fasermasse des linken Schenkels macht es auch, daß die tadellose Freilegung desselben Schwierigkeiten unterliegt; nur allzuleicht wird mit der Wegnahme des Endocardiums auch der linke Schenkel weggenommen und es ereignet sich wohl auch meistenteils, daß, wenn das Endocardium auch mit größter Sorgfalt entfernt wird, dennoch einige Fasern des linken Schenkels mit dem Endocardium entfernt werden. Um zu dem Ursprung des linken Schenkels zu gelangen, das heißt zu der Stelle, wo er vom Stamme des Verbindungsbündels entsteht und sich nach links begibt, sucht man sich das Spatium intervalvulare, das heißt den Raum zwischen der rechten und hinteren Aortenklappe auf und hebt das Endocardium sorgfältig ab. Man muß sich dann gegen den unteren Rand der Aorta halten und die von demselben ausgehende Membran durchtrennen um auf die Übertrittsstelle des linken Schenkels des Verbindungsbündels nach links zu gelangen. Sieht man das zarte, platte, feinfaserige Bündel, dann lege es man in der Weise frei, daß man an dem um das Bündel herumliegende Gewebe präpariert, ohne das Bündel in die Pinzette zu nehmen, denn einen Druck derselben verträgt es durchaus nicht. Hat man den Ursprung des linken Schenkels freigelegt, so schiebe man vorsichtig ein feinstes Fischbeinstäbchen oder eine Schweinsborste zwischen ihn und dem Septum ventriculorum, wodurch der zarte Strang leicht gespannt wird, was für seine weitere Freimachung gewöhnlich von einigem Vorteil ist. Man gewahrt nun den linken Schenkel zwischen Septumwand und Endocardium sich einschieben und mit größter Beachtsamkeit suche man das Endocardium abzuheben und zu entfernen. Gewöhnlich erreicht die mehr oder minder leichte Abziehbarkeit des Endocardiums dort ihr Ende, wo der

obere Anteil der meist ziemlich glatten Wand des Septums in den unteren mit Trabekeln versehenen Abschnitt übergeht, oder dort, wo die von der Septumwand durch den Ventrikelhohlraum und zu den Papillarmuskeln ziehenden Muskel- oder Sehnenbalken abgehen. Sehr häufig findet man, daß diese Muskelbalken an der Wand des Septums liegen bleiben und erst knapp in der Nähe der Basis der Papillarmuskeln von ihr sich entfernen; in solchen Fällen erscheinen die nicht freien Muskelbalken als Trabeculae carneae.

Die makroskopische Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels gestaltete sich in den meisten Fällen, die ich bearbeitete, in der Weise, wie es die Abbildung Fig. 10 auf Taf. III zeigt. Man sieht den linken Schenkel *l* als ein sehr dünnes, relativ breites, aus eng aneinandergeschlossenen feinsten Fasern vom Septumrande herkommen und sich innig der Septumwand anschmiegen. Die Fasern des Bündels fließen herzspitzenwärts und während ihres Flusses weichen sie auseinander und verlieren sich meist in der Höhenmitte der Septumwand einer sicheren weiteren makroskopischen Beobachtung. Wenn schon die Darstellung des Stammes des linken Schenkels in manchen Fällen recht mühsam ist, weil er einerseits wie ein florähnlicher Überzug der Septumwand erscheint und anderseits seine ihn aufbauenden feinen Fasern fast dieselbe Färbung wie die unter ihnen liegenden feinen Faserzüge des Septumfleisches aufweisen, sich sohin die Bündelfasern kaum von den Fleischfasern unterscheiden, so wird die makroskopisch weitere Verfolgung des Bündels herzspitzenwärts immer eine unsichere, je mehr die feiner werdenden Fasern in ihrem Flusse sich auseinanderdrängen und zwischen ihnen die fast gleich gefärbten feinen Fleischfasern der Septumwand sich einschieben; man kann oft nicht entscheiden, ob Fasern der einen oder anderen Stelle der Septumwand oder dem linken Schenkel angehören. Aus diesem Grunde wird auch vielfach eine Verfolgung von Fasern in die Ventrikelhöhle durchsetzenden und zu den beiden Papillarmuskeln ziehenden Muskelbalken eine höchst unsichere. An dem Herzen jedoch, welches zur Herstellung der Abbildung Fig. 10 diente, konnte mit ziemlicher Sicherheit festgestellt werden, daß die Fasermasse des Bündels in ihrem Flusse herzspitzenwärts, oberhalb der Höhenmitte des Septums sich in zwei Züge spaltete, wovon der eine Zug *lv* die Richtung zum vorderen *pa*, der andere *lh* zum hinteren Papillarmuskel *pp* einschlug. In der photographischen Abbildung sind diese Züge nicht vollständig deutlich zum Ausdrucke gekommen. Sie waren auch gleich nach der Herstellung der Präparate nur bei einer bestimmten Blickrichtung auf der Septumwand sichtbar und jetzt, wo das Präparat schon längere Zeit in Formol als Museumspräparat adjustiert ist, sind die erwähnten Faserzüge noch schwerer von denen des Ventrikelfleisches zu unterscheiden.

Die Ähnlichkeit der Fasern des linken Schenkels des Verbindungsbündels mit denen der Fleischfasern der Septumwand, das heißt die schwierige Unterscheidung der einen Fasermassen von den andern, muß in dem ähnlichen histologischen Verhalten beider Faserarten begründet sein. In der Tat gibt auch Tawara (l. c. p. 62) an, daß beim Menschen »eine zu große histologische Ähnlichkeit zwischen den gewöhnlichen Herzmuskelfasern und den Muskelfasern des Verbindungsbündels besteht.« Aus diesem Grunde hat Tawara auch es unterlassen, Serienschnitte durch das Herz des Menschen behufs Darstellung des linken Schenkels des Verbindungsbündels anzufertigen. Aber es ist mir nicht recht einleuchtend, wenn Tawara angibt, daß er auch aus dem Grunde die Herstellung von Serienschnitten unterlassen hat, »weil es sich inzwischen herausgestellt hatte, daß der linke Schenkel schon makroskopisch fast bei allen, sowohl frischen, als gehärteten Menschenherzen ziemlich gut wahrnehmbar ist.« Ich kann nur angeben, daß alle Faserzüge des linken Schenkels durch das Endocardium hindurch mit Sicherheit kaum wahrzunehmen sind und daß die meisten Streifungen, die das Endocardium an der linken Septumwand aufweist, von den Faserzügen des linken Schenkels nicht herrühren können.

2. Die Abbildungen, Fig. 11 und 12 auf Taf. III, verfolgen den Zweck einer topographischen Darstellung des rechten und linken Muskels des atrioventrikularen Verbindungsbündels an je einem menschlichen Herzen.

Die Abbildung, Fig. 11, stellt das rechte eröffnete Herz dar. Man gewahrt im Vorhofe die Fossa ovalis mit dem Limbus und die Einmündungsstelle des Sinus coronarius *sc.* Im rechten Ventrikel tragen

die einzelnen Zipfel der Valvula tricuspidalis folgende Bezeichnungen: *tra, trm, trh* vorderer, medialer und hinterer Zipfel des Valvula tricuspidalis; *pp, pa, pm* Musculus papillaris posterior, anterior, medialis. Der Musculus papillaris anterior befindet sich vollständig auf der umgeschlagenen parietalen Wand des rechten Ventrikels, sein trabekulärer Hilfsschenkel, der Leonardo da Vinci'scher Muskelbalken *L d V*, wurde hart an seinem Ursprunge von der Septumwand abgeschnitten. Die Valvula tricuspidalis wurde in der Gegend der Grenze zwischen dem vorderen und medialen Zipfel hinter dem medialen Papillarmuskel durchschnitten und der Schnitt durch das Endocardium an der Grenze zwischen Vorhof und Ventrikel in der Richtung gegen die Mündungsstelle des Sinus coronarius *sc* weiter geführt. In dem entstandenen bogenförmigen Schnitte wurde teilweise der Stamm *st* und ganz der rechte Schenkel *r* des Verbindungsbündels freigelegt und derselbe herzspitzenwärts bis zu seiner Eintrittsstelle in den trabekulären Hilfsschenkel *L d V* (Leonardo da Vinci'sche Muskelbalken) des vorderen Papillarmuskels in der Septumwand verfolgt. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, schlägt der rechte Schenkel des Verbindungsbündels einen bogenförmigen, mit der Convexität nach vorne gerichteten Verlauf ein. Die Bogenlinie, der der rechte Schenkel folgt, beginnt vor dem Sinus coronarius oberhalb der Basis des medialen Zipfels der Valvula tricuspidalis, durchschneidet die Grenze zwischen dem letztgenanten und dem vorderen Zipfel der Valvula tricuspidalis und zieht dann am Septum ventriculorum mit einer gegen den medialen Papillarmuskel gerichteten vorderen Konvexität in der Richtung gegen den aus der Septumwand entspringenden trabekulären Hilfsschenkel des vorderen Papillarmuskels, beziehungsweise in der Richtung gegen die Basis dieses Muskels.

(Die Stelle der Septumwand, welche hinter und oberhalb des medialen Papillarmuskels *pm*, also an der Grenze zwischen vorderen und medialen Zipfel der Valvula tricuspidalis ist an vielen menschlichen Herzen in einen dreieckigen Sehnenfleck umgewandelt, der verschiedene Größenentwicklung aufweisen kann; manchmal ist das Dreieck sehr klein, manchmal relativ sehr groß. Auch am tierischen Herzen wird der Sehnenfleck in verschiedenen Entwicklungszuständen angetroffen. Der Stelle des Sehnenfleckes entspricht im linken Herzen das Spatium intervalvulare zwischen der hinteren und rechten Aortenklappe, also der Gegend, wo der linke Schenkel des Verbindungsbündels nach links übertritt. Diese Pars tendinea Macula tendinea triangularis des Septum venticulorum bildet eine dünne Stelle des Ventrikelseptum und ist als Pars membranacea septi ventriculorum der Autoren aufzufassen. Der an der rechten Septumwand ober- und hinterhalb des medialen Papillarmuskels liegende Sehnenfleck hat eine dreieckige Gestalt; die Basis liegt an der atrioventrikularen Grenze, die Spitze ist nach abwärts gerichtet; an der hinteren Seite des Dreieckes liegt regelmäßig der rechte Schenkel. Die Stelle ist daher ebenso ein Anhaltspunkt für die Aufsuchung des rechten Schenkels, wie das Spatium intervalvulare einen solchen für die Aufsuchung des linken Schenkels darstellt. Nach aufwärts und hinten zu von dem sehnigen Dreieck in der Richtung gegen den Sinus coronarius, also oberhalb der Basis des medialen Zipfels der Valvula tricuspidalis liegt der Stamm des atrioventrikularen Verbindungsbündels, welcher als kontinuierliche Fortsetzung des rechten Schenkels nach hinten oben erscheint, so daß der Stamm und der rechte Schenkel zusammen der oben erwähnten bogenförmigen Linie in ihren Verlauf folgen (siehe Fig. 11 *st, r*). Und von diesem einheitlichen erscheinenden bogenförmigen Strange zweigt bei der Basis des dreieckigen Sehnenfleckes der linke Schenkel scharf nach links ab. Ich möchte auch an dieser Stelle nochmals hervorheben, daß der hintere Anteil des Stammes und der Knoten im derben fibrösen Gewebe eingebettet liegt, wie auch, daß der Anfang des rechten Schenkels, falls die dreieckige Sehnenstelle gut ausgebildet ist, aus dem Sehnengewebe herausgeholt werden muß.)

Die Abbildung, Fig. 12, Taf. III, zeigt den eröffneten linken Ventrikel des menschlichen Herzens. Man gewahrt den linken Schenkel *l* des atrioventrikularen Verbindungsbündels beim Spatium intervalvulare *sp* auf die linke Wand des Septum ventriculorum treten. Im Absteigen wird er immer breiter aber dünner. Er teilt sich in zwei ungleich große Anteile *lv* und *lh*. Der vordere viel breitere Anteil tritt in einen breiten Muskelbalken *vb* ein, welcher von der Septumwand nicht vollkommen losgelöst ist und zur Basis des vorderen Papillarmuskels *pa* zieht. (Der vordere Papillarmuskel ist nur teilweise erhalten.) Der hintere Anteil *l h*,

welcher, wie es scheint, weniger Fasern als der vordere Anteil enthält, begibt sich auf dem Wege eines hinteren Muskelbalkens *hb* zur Basis des hinteren Papillarmuskels *pp*.

Zusammenfassung. Das Verhalten des atrioventrikularen Verbindungsbündels ist, was seine Anordnung, Lagerung und Verlauf anbelangt sowohl am menschlichen als auch am tierischen Herzen im wesentlichen ein gleiches. Auffällige Unterschiede ergeben sich bei Vergleichung der Stärke der Verbindungsbündel der untersuchten Herzen. Beim Kalbe, Rinde, Schafe, Schweine und auch Pferde ist das Verbindungsbündel viel stärker (dicker) als beim Menschen und dem Hunde. Bei letzterem ist auch der Stamm des Verbindungsbündels viel länger als bei den erstgenannten Tieren. Bei diesen scheint der Stamm aus stärkeren, bei jenen aus feineren Faserbündeln aufgebaut.

Beim Menschen und bei allen Tieren ist die zu einer relativ großen dreieckigen Platte geformte Teilungsstelle des Stammes in einem rechten und in einem linken Schenkel auffällig.

Bei allen untersuchten Herzen, den tierischen und menschlichen, beginnt das atrioventrikulare Verbindungsbündel mit einem Faserwerk, das in der Wand des Sinus coronarius und den angrenzenden Teilen des rechten Vorhofes (und in den in der Nähe liegenden Teilen der Wandungen des linken Vorhofes?) wurzelt. Das Faserwerk übergeht stets in ein rundliches oder ovales größeres oder kleineres (Mensch, Hund) Gebilde, den Tawara'schen Knoten, beziehungsweise in das Reticulum von Keith-Flack. Aus den Knoten entwickelt sich der Stamm des Verbindungsbündels, welcher in einer modifizierten Fortsetzung (Septum fibrosum Tawara) der Aortenwand eingebettet ist; seine Lagerung ist stets auf der rechten Seite des oberen Randabschnittes des Septum ventriculorum. (Die Lymphscheide aut., in welcher der Stamm zieht, ist der Kanal in der fortgesetzten Wand der Aortenwurzel, durch welchen der Stamm des Verbindungsbündels zieht.)

An allen Herzen geht der kürzere (Kalb, Schaf, Schwein, Pferd) oder längere (Mensch, Hund) Stamm in eine relativ große dreieckige Platte über, aus welcher der rechte und linke Schenkel des Verbindungsbündels abzweigen.

Der rechte Schenkel nimmt seine Richtung gegen den hinteren Rand der sogenannten Pars membranacea septi ventriculorum (richtiger Processus tendineus aortae) und steigt an der Septumwand bald mehr, bald weniger subendocardial gelagert in einem mäßigen Bogen (mit nach vorwärts gerichteter Konvexität) hinter dem medialen Papillarmuskel abwärts zur Wurzel des schon Leonardo da Vinci bekannt gewesenen trabekulären Hilfsschenkels (Tawara) des vorderen Papillarmuskels und tritt in diesen Muskelbalken ein. In demselben liegt er stets exzentrisch und oft subendocardial. Mit dem Hilfsschenkel erreicht die Basis des vorderen Papillarmuskels und tritt in diesen ein, beziehungsweise er übergeht in ein den Papillarmuskel umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk ein. An einigen tierischen Herzen konnte beobachtet werden, daß Zweige des rechten Schenkels auf dem Wege von intraventrikularen Muskelbalken zum hinteren Papillarmuskel gelangten und daselbst in ein subendocardiales Geflechtwerk übergingen. Ebenso konnte in einigen Fällen eine Zweigabgabe des rechten Schenkels zum medialen Papillarmuskel festgestellt werden und wahrscheinlich dürfte dies ein an allen Herzen, den menschlichen und tierischen, konstanter Befund sein. Beim Menschen und beim Hunde ist der rechte Schenkel viel dünner als beim Schafe, Kalbe, Schweine und Pferde; bei ersteren besitzt er meist die Farbe der Herzmuskelfasern, während er bei letzterem einen Stich ins weißliche aufweist.

Der linke Schenkel gelangt zwischen dem oberen Rande des Septum ventriculorum und dem unteren Aortenrand auf die linke Wand des Septum ventriculorum. Linkerseits ist die Übertrittstelle unter dem Endocardium des Spatium intervalvulare (zwischen hinterer und rechter Aortenklappe) gelegen. Beim Pferde wird regelmäßig, beim Schafe, Kalbe und Schweine oft der obere Abschnitt des linken Schenkels von den sogenannten Musculi subaortici (oberflächliche Muskulatur der oberen linken Septumwand, welche bald stark ausgebildet, bald rudimentär sein oder auch fehlen kann) überlagert, weshalb beim Pferde regelmäßig, bei den anderen genannten Tieren allenfalls nur der untere Abschnitt des linken Schenkels subendocardial gelagert ist. Im Gegensatze zum rechten Schenkel, welcher auf dem Querschnitt mehr weniger rundlich ist, stellt der linke Schenkel beim menschlichen und tierischen Herzen gleich von seinem Beginne an, ein zartes, dünnes,

fein gefasertes bandartiges Gebilde dar, welches, während es beim Kalbe, Schafe, Schweine und Pferde weiß ist, beim Menschen und beim Hunde fast die Farbe der Herzmuskelfasern aufweist. Dadurch kommt es, daß bei letzteren, bei welchem sich der linke Schenkel überdies durch seine außerordentliche Zartheit auszeichnet, die tadellose makroskopische Darstellung des linken Schenkels sich schwierig gestaltet. In einem nach abwärts zu sich immer mehr verbreitenden Flusse ziehen die immer feiner werdenden Fasern des linken Schenkels subendocardial an der linken Septumwand herzspitzenwärts, und beiläufig oberhalb der Höhenmitte des Septum ventriculorum teilt sich die fließende Fasermasse, die wie ein Schleier die Septumwand überzieht, in drei Massen, eine vordere, eine mittlere und eine hintere. Die mittlere Fasermasse zieht herzspitzenwärts und entzieht sich bald der Beobachtung mit freiem Auge. Die vordere und hintere Fasermasse schiebt sich mehr weniger zusammen und jede übergeht in je einem von der Septumwand entspringenden Muskel- (Sehnen-)Balken, von welchen der eine zur Basis des vorderen, der andere zur Basis des hinteren Papillarmuskels hintritt. Auf diesem Wege gelangen die vorderen und hinteren Fasermassen des linken Schenkels zum vorderen, beziehungsweise zum hinteren Papillarmuskel, um in ein diese Muskeln umstrickendes subendocardiales Geflechtwerk überzugehen. Wenn die zwei Muskelbalken mittels eines gemeinsames Stammes von der Septumwand abgehen, so tritt auch der linke Schenkel in diesen ein und teilt sich dann mit den Muskelbalken. Beobachtet wurde auch, daß, wenn jeder der genannten Muskelbalken in zwei oder mehrere zerspalten ist, dann auch eine entsprechende Zerspaltung der Fasermassen des linken Schenkels stattfindet.

In Kürze ist das Ergebnis der makroskopischen Darstellung des atrioventrikularen Verbindungsbündels des menschlichen und tierischen Herzens: Das Bündel nimmt mit einem feinsten Faserwerk in der Wandung des Sinus coronarius und wahrscheinlich auch in den benachbarten Wandungsstellen des rechten (und linken?) Vorhofes seinen Anfang; diese Fasermassen bilden ein Netzwerk (Tawara'scher Knoten), aus welchem ein Stamm hervorgeht, der rechterseits an dem oberen Randteile des Septum ventriculorum nach vorne zieht und sich dann in einen rechten und in einen linken Schenkel teilt. Diese gelangen auf dem Wege von intraventrikularen Muskelbalken zu den Papillarmuskeln und übergehen daselbst in ein diese umspinnendes Netzwerk, beziehungsweise bauen sie dieses auf. So wird durch die Fasermassen in erster Linie eine Verbindung der Wandung des Sinus coronarius mit den Papillarmuskeln hergestellt.

Dieses Ergebnis liefert eine Bestätigung der Richtigkeit der Ergebnisse der anatomischen Untersuchungen des Verbindungsbündels durch Aschoff-Tawara und stimmt zu dem von H. E. Hering mitgeteilten Befunde, daß am Hundeherzen die Papillarmuskeln sich vor der Herzbasis kontrahieren und zeigt, daß die Ansicht Dogiels, nach welcher die Existenz des atrioventrikularen Verbindungsbündels am menschlichen und tierischen Herzen zweifelhaft wäre, nicht richtig ist.

Literaturverzeichnis.

1. Braeunig Karl. Über muskulöse Verbindungen zwischen Vorkammer und Kammer bei verschiedenen Wirbeltierherzen. Archiv für Anat. und Physiol.; Physiologische Abteilung, Supplementband, Leipzig 1904.
2. Cohn A. E. On the auriculo-nodal junction. »Heart« Vol. 1, p. 167, 1909.
3. Cohn Alfred E. und Trendelenburg Wilhelm. Untersuchungen zur Physiologie des Übergangsbündels am Säugetierherzen, nebst mikroskopischen Nachprüfungen. Mit 79 Figuren und Tafel I bis V. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. (Pflügers Archiv), 131. Band, Bonn 1910.
4. Curran E. J. A constant Bursa in relation with the Bundle of His; with Studies of the auricular Connections of the Bundle 8 Fig. Anat. Record. Vol. 3, Nr. 12, 1909.
5. — A. constant Bursa in relation with the Bundle of His; with Studies of the auricular Connections of the Bundle. Mit 4 Fig. Anatomischer Anzeiger 1910; Band 35, Nr. 4.
6. Dietrich A. Die Elemente des Herzmuskels. Mit 3 Textfiguren. Jena 1910.
7. Dogiel Joh. Die Bedingungen der automatisch-rhythmischen Herzkontraktionen. 3 Taf. und 79 Fig. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. 135, H. 1/4, p. 1 bis 103.
8. Engel Irmgard. Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie des Atrioventrikularbündels. Dissert. med. Freiburg, 1910. 8°.
9. Fahr. Über die muskulöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel (das His'sche Bündel) im normalen Herzen und beim Adams-Stokes'schen Symptomencomplex. Hiezu Taf. XII. Virchow Archiv für pathol. Anat. usw. Band 188, Berlin 1907.
10. — Zur Frage der atrioventrikularen Muskelverbindung im Herzen. Mit Taf. VII und VIII. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Kiel, Jahrgang 1908. Jena 1908 (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgem. Pathol. und pathol. Anatomie. XIX. Band, Jena 1908).
11. Firket Pierre. De la présence du faisceau interauriculo-ventriculairs (faisceau de His) chez l'homme. 2 Fig. Compt. rend. Assoc. Anatom. 10 Reunion, Marseille 1908.
12. Gaskoll. On the inverration of the heart, with especial reference to the heart of the tortois Journ. of Physiol. 1883.
13. Gérard Georges. Les cordages tendineux des ventricles du coeur. Compl. rend. Assoc. Anatom. 10 Réun., Marseille 1908.
14. Hering H. E. Nachweis, daß das His'sche Übergangsbündel Vorhof und Kammer des Säugetierherzens funktionell verbindet. Pflüger's Archiv, Band 108, 1905.

15. Hering H. E. Die Durchschneidung des Übergangsbündels beim Säugetierherzen. 3. Mitteilung. Archiv für die gesamte Physiologie. Band 111.

16. — (Prag.) Über den Beginn der Papillarmuskelaktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. Mit 1 Textfigur und Taf. X und XI. Archiv für die gesamte Physiologie. 126. Band, Bonn 1909.

17. — Über den Beginn der Papillarmuskelkontraktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. (Vorläufige Mitteilung.) Zentralblatt für Physiologie, Band XXI, Nr. 22, 1908.

18. — Über den Beginn der Papillarmuskelaktion und seine Beziehung zum Atrioventrikularbündel. Archiv für die gesamte Physiologie. Band 126, Bonn 1909.

19. — Die Herzstörungen in ihren Beziehungen zu den spezifischen Muskelsystemen des Herzens. (Die Reizbildungsstörungen und die Reizleitungsstörungen des Herzens.) Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft. 14. Tagung in Erlangen, vom 4. bis 6. April 1910.

20. — Über den normalen Ausgangspunkt der Herztätigkeit und seine Änderung unter pathologischen Umständen. Münchener medizinische Wochenschrift, 27. April 1909, Nr. 17.

21. — Nachweis, daß die Verzögerung der Erregungsüberleitung zwischen Vorhof und Kammer des Säugetierherzens im Tawara'schen Knoten erfolgt. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere (Pflügers Archiv). 131. Band, Bonn 1910.

22. His W. junior. Die Tätigkeit des embryonalen Herzens und deren Bedeutung für die Lehre von der Herzbewegung beim Menschen. (Mit 4 Abbildungen.) Arbeiten aus der medizinischen Klinik zu Leipzig. Leipzig 1893.

23. Humblet Max. Le faisceau musculaire interauriculo-ventriculaire, lien physiologique entre les oreillettes et les ventricules du coeur. Bull. Acad. de Belgique classe de Sciences 1904, Nr. 6, p. 802—803.

24. Keith Artur und Flack Martin. The auricular-Ventricular Bundle of the Human Heart. 5 Fig. Lancet 1906. Vol. 2, Nr. 6.

25. — The form and nature of the Muscular Connection between the Primary divisions of the Vertebrates Heart. 8 Fig. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 41, London 1907.

26. Keith Arthur. Muscular Connection between the Auricles and Ventricles of the Heart. Journ. of Anat. and Physiol. Vol. 41, London 1907.

27. — The muscular connection between the primary divisions of the Human Heart. — Peculiar neuro-muscular node at the junction of superior vena cava and right auricle. Proc. Anat. Soc. great Britain an Ireland. Jan. 1907. Journal of Anat. and Physiol. 41. Band, London 1907.

28. Keith Artur and Mackenzie Joy. Recent researches on the anatomy of the Heart. Lancet 1910 Vol. I, Nr. 2, p. 101—103.

29. Kent A. F. St. Researches on the structur and function of the mammalians heart. Journ. of physiol. Vol. 14, 1893, p. 233.

30. Knower H. Me. E. An Demonstration of the interventricular Muscle Band of the adult Heart. Anat. Record. Vol. 2, Nr. 5.

31. Koch Walter. Über das Ultimum moriens des menschlichen Herzens. Ein Beitrag zur Frage des Sinusgebietes. 1 Figur im Text. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, begründet von E. Ziegler. Jena 1907.

32. — Über die Blutversorgung des Sinusknotens und etwaige Beziehungen des letzteren zum Atrioventrikularknoten. Münchener medizinische Wochenschrift 1909, Nr. 46.

33. — Weitere Mitteilungen über den Sinusknoten des Herzens. Mit Taf. VI bis VIII und 4 Fig. im Text. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Leipzig 1909. Jena 1909. (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. XX. Band, Jena 1909.)

34. Kopsch Fr. Raubers Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 8. Auflage. Abteilung 3: Muskeln, Gefäße. Leipzig 1909.

35. Lange W. Über das Reizleitungsbündel des Herzens. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforsch. Freunde. Berlin 10. Juni 1907.

36. Mangold E. Die neurogene und myogene Theorie des Herzschlags. München med. Wochenschr. 53. Jahrgang 1906. Nr. 10, p. 441.

37. Mergoni G. B. Il fascio atrio-ventricolare di His. Boll. d. Soc. med. di Parma, Ser. 2, Anno 3, Fasc. 2, p. 14—23.

38. Mönckeberg J. S. Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden im linken Ventrikel des menschlichen Herzens und ihre Beziehungen zum Atrioventrikularbündel. Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft in Kiel 1908. Jena 1908. (Ergänzungsheft zum Zentralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. XIX. Band, Jena 1908.)

39. — Untersuchungen über das Atrioventrikularbündel im menschlichen Herzen. 10 Taf. und 4 Fig. Jena 1908.

40. Nicolai Georg Fr. Die tatsächlichen Grundlagen einer myogenen Theorie des Herzschlags. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiologische Abbildung Jahrgang 1910, Leipzig 1910.

41. Pankul E. La faisceau atrio-ventriculaire de His. Compt. rend. Soc. Biol. Tom. 65, Nr. 24, p. 43—45.

42. — Die physiologische Bedeutung des His'schen Bündels. 3 Taf. Zeitschrift für Biologie, 51. Band, München und Berlin 1908.

43. Pepere A. Di alcuni reperti anatomici rari del cuore. Arch. Sc. med., Vol. 33, 1909, Fasc. 6, p. 515—552.

44. Retzer Robert. Über die musculöse Verbindung zwischen Vorhof und Ventrikel des Säugetierherzens. (Hiezu Taf. I bis III). Archiv für Anatomie und Physiologie. Anatomische Abteilung, Jahrgang 1904.

45. — The Atrio-Ventricular Bundle and Purkinjes Fibers. American Journal of Anat. Vol. 6, Nr. 3 (Proc. Assoc. Americ. Anat.).

46. — Some resultats of recent Investigations on the mammalian Heart. Anatom. Record. Vol. II, Nr. 4.

47. Tawara S. Das Reizleitungsseptum des Säugetierherzens. Eine anatomisch-histologische Studie über das Atrioventrikularbündel und die Purkinjeschen Fäden. Mit einem Vorwort von L. Aschoff (Marburg). Mit 5 lithographischen und 5 Lichtdruck-Tafeln, sowie 2 Abbildungen im Text. Jena 1906.

48. Tawara S. Über die sogenannten abnormen Sehnenfäden des Herzens. Ein Beitrag zur Pathologie des Reizleitungsseptums des Herzens. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, begründet von E. Ziegler. 39. Band, Jena 1906.

49. Thorel A. Vorläufige Mitteilung über eine besondere Muskelverbindung zwischen der Cava superior und dem His'schen Bündel. Münchner medizinische Wochenschrift, Jahrgang 1909, Nr. 42, p. 2159.

50. — Über den Aufbau des Sinusknotens und seiner Verbindung mit der Cava superior und den Wenkebach'schen Bündeln. Münchner medizinische Wochenschrift 1910, Nr. 4.

51. Vinci Leonardo da. Fragments, Etudes anatomiques, Recueil E. Paris Rouveyre 1901.

52. Wilson J. S. Newes of the Atrioventricular Bundle. 3 Taf. Proc. of the R. Soc. London, Serie B. Biol. Ser., Nr. 546 (Vol. 81, P. 2).

53. — The Newes of the Atrioventricular Bundle. Anat. Record. Vol. 3, Nr. 4.

54. — Is the Atrio-ventricular Bundle to be reparded as a Neuro-muscular Spindle? Anat. Record Vol. 3, Nr. 4.